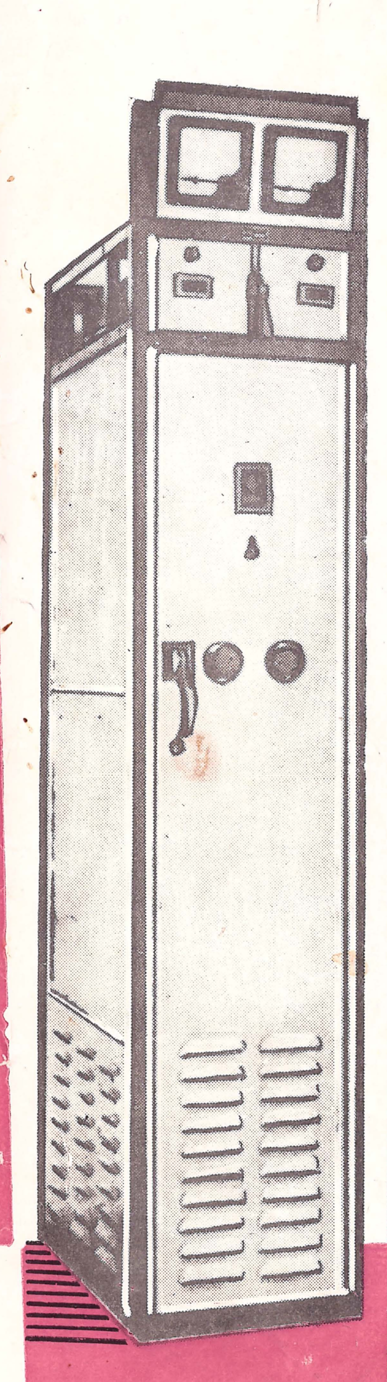




ВЫПРЯМИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

ВУК

УСТРОЙСТВО ВЫПРЯМИТЕЛЬНОЕ ТИПА ВУК

МОЩНОСТЬЮ 2 КВТ

ВЛАДИМИР
1970

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Выпрямительные устройства (ВУК) с условной мощностью 2 *квт* предназначены для питания аппаратуры связи и устанавливаются в помещении, не содержащем паров кислот и щелочей с температурой окружающей среды от +5 до +40°С при относительной влажности до 80%.

Выпрямительные устройства могут работать в двух автоматических режимах:

в режиме стабилизации напряжения при буферной работе с аккумуляторными батареями по способу непрерывного подзаряда;

в режиме стабилизации тока при заряде или подзаряде аккумуляторной батареи.

Выпрямительные устройства типа ВУК разработаны взамен серийно выпускаемых выпрямителей типа ВУ. Выпрямители типа ВУК имеют более высокие технические эксплуатационные и экономические показатели. К.п.д. выпрямителей ВУК мощностью 2 *квт* выше к.п.д. выпрямителей типа ВУ мощностью 2 *квт* примерно на 7—8%. Выпрямительные устройства типа ВУК полностью автоматизированы и могут использоваться для работы в необслуживаемых пунктах.

Однотипные выпрямительные устройства ВУК допускают параллельную работу на общую нагрузку.

II. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Выпрямительные устройства мощностью 2 *квт* являются зарядно-буферными и выпускаются четырех типов (см. табл. 1).

Выпрямители ВУК-90/25 и ВУК-170/13 работают в двух диапазонах (в I и II) в режиме стабилизации напряжения и тока. Диапазон выбирается установкой витков на отводах первичных обмоток силового трансформатора.

Таблица 1

Тип выпрямителя	Назначение выпрямителя	Максимальное выпрямленное напряжение в режиме заряда, *в*	Максимальный ток (100%), *а*	Величина пульсации выпрямл. напряжения не более, *мв*	Измерение пульсации
ВУК-36/60	Питание накальных цепей	36	60	2,4	Псофометр
ВУК-90/25	Питание цепей АТС	90	25	5	Псофометр
ВУК-170/13	Питание телеграфных цепей	170	13	3000	Ламповый вольтметр
ВУК-320/7	Питание анодных цепей	320	7	15 (для частоты от 300 *гц*), 250 (для частоты до 300 *гц*)	Ламповый вольтметр

Завод-изготовитель поставляет выпрямители, подготовленными для работы во II диапазоне.

В таблице 2 приведены основные технические данные выпрямителей, в режиме стабилизации напряжения (буферном), а в таблице 3 — в режиме стабилизации тока.

Таблица 2

Тип ВУК	Диапазон	Напряжение в режиме непрерывного подзаряда (буферном), *в*		Пределы изменения тока нагрузки, %
		нижний предел напряжения	верхний предел напряжения	
ВУК-36/60	—	26	31	100—10
ВУК-90/25	I	58	66	100—5
	II	66	76	
ВУК-170/13	I	116	132	100—5
	II	132	152	
ВУК-320/7	—	220	260	100—10

Таблица 3

Тип ВУК	Диапазон	Пределы изменения напряжения в режиме стабилизации тока, *в*		Максимальное напряжение в режиме стабилизации тока, *в*	Установка тока в пределах нагрузки, %
		нижний	верхний		
ВУК-36/60	—	26	31	36	
ВУК-90/25	I	56	66	78	
	II	62	76	90	100—30
ВУК-170/13	I	112	132	156	
	II	132	152	170	
ВУК-320/7	—	220	280	320	

Питание выпрямителей типа ВУК осуществляется от сети трехфазного переменного тока напряжением 220 или 380 *в* (с нулем) номинальной частотой 50 *гц*.

Завод выпускает ВУК подготовленными для включения в сеть напряжением 380 *в*.

Условная средняя отдаваемая мощность выпрямителей 2 *квт*.

Выпрямительное устройство обеспечивает автоматическую стабилизацию выпрямленного напряжения с точностью ±2%. Стабилизация выпрямленного напряжения сохраняется при любом установленном значении напряжения буферного режима (табл. 2), при изменении:

а) напряжения питающей сети в пределах от 85 до 105% номинального значения;

б) частоты питающей сети в пределах от 48 до 51 *гц*;

в) тока нагрузки для ВУК-90/25 и 170/13 в пределах от 100 до 5% максимального значения, для ВУК-36/60 и 320/7 в пределах от 100 до 10% максимального значения.

Устройство обеспечивает автоматическую стабилизацию выпрямленного тока в пределах 50—100% максимального тока с точностью 10% от любого значения, установленного в указанных пределах, и с точностью 20% от любого значения, установленного в пределах 30—50% максимального тока, при изменении:

а) напряжения питающей сети в пределах от 85 до 105% номинального значения;

б) частоты питающей сети в пределах от 48 до 51 *гц*;

в) выходного напряжения в пределах, указанных в табл. 3.

При выходном напряжении, превышающем верхний предел напряжения, указанный в табл. 3 до максимального напряжения, допускается снижение тока до 60% от установленной величины.

Величина пульсации, указанная в табл. 1 для каждого ВУК, не превышает норм, предусмотренных ГОСТом 5237-59 для аппаратуры проводной связи.

Для ВУК-320/7 напряжение пульсации измеряется ламповым вольтметром с квадратичной характеристикой через фильтр «К» для полосы частот от 300 *гц* и выше и не превышает 15 *мв*, а для полосы частот до 300 *гц* через фильтр «Д» не превышает 250 *мв*.

При максимальной отдаваемой мощности, снимаемой с ВУК, и номинальном напряжении питающей сети к.п.д. ВУК-320/7, ВУК-170/13—0,77°; ВУК-90/25—0,75°, ВУК-36/60—0,71°.

III. ОПИСАНИЕ СХЕМЫ

Выпрямительным устройствам соответствуют принципиальные схемы:

ВУК-90/25	2д3.214.173 СХЭ
ВУК-170/13	2д3.214.171. СХЭ
ВУК-36/60	2д3.214.172 СХЭ
ВУК-320/7	2д3.214.170 СХЭ

В указанный номер чертежа входят 3 листа:

1 лист — принципиальная схема ВУК;

2 лист — спецификация элементов;

3 лист — схема параллельной работы и автоматики режимов ВУК.

Выпрямительное устройство питается 3-фазным током, что вызвано сравнительно большой мощностью ВУК и необходимостью получения малой величины пульсации постоянного тока на его выходе.

Основной тракт выпрямителя состоит из трехфазного дросселя насыщения, *ДРУ*, силового трансформатора *ТрС*, выпрямительного моста $Д_1$ и системы фильтра. С помощью дросселя *ДРУ* осуществляется регулирование и стабилизация на-

пряжения и тока на выходе ВУК. Обмотки переменного тока каждой фазы дросселя насыщения (токовые обмотки) соединены последовательно с одной из фаз первичной обмотки трехфазного силового трансформатора *ТрС*.

Параллельно каждой фазе первичной обмотки силового трансформатора включена реактивная нагрузка — балластные дроссели: $ДрБ_1$, $ДрБ_2$, $ДрБ_3$.

Вторичные обмотки силового трансформатора соединены в треугольник.

Схема включения силового трансформатора выполнена таким образом, что путем перестановки трех перемычек на клеммнике силового трансформатора его первичные обмотки, последовательно соединенные с токовыми обмотками дросселя насыщения, могут включаться в звезду или треугольник, что позволяет ВУК работать как от сети с напряжением 220×3 *в*, так и от сети с напряжением 380×3 *в*.

В качестве выпрямительных элементов во всех ВУК применены кремниевые вентили.

Для получения необходимого коэффициента фильтрации на выходе выпрямительного моста выпрямителей ВУК-90/25, ВУК-36/60 и ВУК-320/7 включен двухзвенный фильтр, каждое звено которого состоит из дросселя фильтра и конденсаторов. На выходе выпрямительного моста ВУК-170/13 включен однозвенный фильтр, состоящий из дросселя фильтра и конденсаторов.

Ток и напряжение на выходе ВУК измеряются амперметром и вольтметром класса точности 1,5.

Для автоматического включения и выключения ВУК со стороны переменного тока установлен трехфазный контактор *Рт*, а со стороны постоянного тока — контактор *Рп*.

Стабилизация напряжения или тока осуществляется автоматическим изменением тока подмагничивания в обмотке подмагничивания (обмотке ГОП) дросселя насыщения с помощью усилителя постоянного тока, следящего за напряжением на выходе ВУК,—в режиме стабилизации напряжения или за величиной тока с помощью выпрямительного мостика $Д_{10}$ через трансформатор тока $ТрТ_4$—в режиме стабилизации тока.

Усилитель изменяет величину тока в обмотке подмагничивания дросселя насыщения, обеспечивая стабилизацию напряжения и стабилизацию тока на выходе ВУК.

Питание усилителя постоянного тока осуществляется от

трехфазного маломощного трансформатора $Тр_1$ через выпрямительный мост $Д_2$, включенный по схеме Ларионова и обеспечивающий малую величину напряжения пульсации, что позволяет не применять фильтры в цепи питания.

Питание цепей сигнализации и автоматики осуществляется также от трансформатора $Тр_1$ через выпрямительный мост $Д_4$.

УСИЛИТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА (УПТ)

Усилитель постоянного тока (стабилизатор) состоит из 3-х каскадов. Нагрузкой третьего выходного каскада служит обмотка подмагничивания дросселя насыщения (ГОП).

В качестве элементов опорного напряжения в усилителе применяются кремниевые стабилитроны $Д_{19}$ и $Д_{20}$ типа Д809.

Первый каскад усилителя выполнен по схеме составного триода на кремниевых триодах $ПП_1$ и $ПП_2$ типа МП105, второй—на триоде $ПП_3$ типа П213Б, третий — на двух параллельно включенных триодах $ПП_4$ и $ПП_5$ типа П217В.

В целях выравнивания токов, проходящих через триоды П217В, имеющие разброс по параметрам, в цепь эмиттера каждого триода включается низкоомное сопротивление R_{34}, R_{35} величиной 1 *ом*.

Для согласования работы усилителя в разных температурных режимах и уменьшения напряжения питания третьего каскада в общую цепь эмиттеров триодов $ПП_4$ и $ПП_5$ включены диоды $Д_{23}$ и $Д_{24}$ типа Д242Б и $Д_{21}$ типа Д226Г.

Для защиты цепей усилителя от переменной составляющей напряжения, которая при определенных условиях режима работы ВУК может появляться в обмотке подмагничивания дросселя насыщения, параллельно обмотке ГОП устанавливается диод $Д_{22}$ типа Д242Б.

Для устранения возможных автоколебаний и согласования постоянной времени усилителя с дросселем насыщения в схеме ВУК применена отрицательная обратная связь.

Напряжение отрицательной обратной связи в ВУК-90/25 и ВУК-36/60 снимается со вторичной обмотки дросселя фильтра $ДрФ_2$ и подается на базу триода МП105 первого каскада. Напряжение обратной связи регулируется потенциометром R_1.

В ВУК-170/13, где фильтр однозвенный, напряжение отрицательной обратной связи снимается со вторичной обмот-

ки дросселя фильтра $ДрФ_2$. В ВУК-320/7 напряжение отрицательной обратной связи снимается со вторичных обмоток дросселей фильтров $ДрФ_1$ и $ДрФ_2$ и регулируется потенциометрами R_1 и R_2.

Установка величины заданного выходного напряжения в режиме стабилизации напряжения осуществляется потенциометром R_9.

В режиме стабилизации напряжения напряжение, подводимое на вход усилителя, снимается с сопротивления R_{10}.

При работе выпрямителя в режиме стабилизации тока напряжение на вход усилителя подается с трансформатора тока $ТрТ_4$, включенного в одну из фаз переменного тока ВУК через выпрямительный мостик $Д_{10}$. Установка величины заданного выходного тока осуществляется потенциометром R_{15}.

При увеличении напряжения на входе усилителя из-за нелинейности опорных диодов $Д_{19}$ и $Д_{20}$ резко увеличивается ток, проходящий через опорные диоды, и увеличивается напряжение смещения на сопротивлении R_{29} первого каскада. Триоды первого каскада открываются, триоды второго и третьего каскадов закрываются, и в обмотку подмагничивания ГОП дросселя $ДрУ$ поступает уменьшенный ток, его индуктивное сопротивление возрастает и выходное напряжение остается стабильным.

При уменьшении напряжения на входе усилителя триоды первого каскада закрываются, а триоды второго и третьего каскадов открываются, и в обмотку ГОП поступает ток большей величины. Таким образом осуществляется автоматическая стабилизация напряжения на выходе ВУК при изменении напряжения сети и тока нагрузки.

Аналогично работает усилитель в режиме стабилизации тока, так как переменный фазовый ток пропорционален току нагрузки ВУК, а выпрямленное напряжение мостика $Д_{10}$ пропорционально фазовому току.

Выходная мощность усилителя:

$$P = 18в \times 1{,}8а = 32{,}4 \ вт.$$

АВТОМАТИКА И КОММУТАЦИЯ

Схема ВУК позволяет осуществлять:

1. Автоматическую защиту ВУК от перегрузок и перенапряжений.

2. Автоматическое включение ВУК при восстановлении напряжения сети. Включение ВУК всегда происходит в ре-

жиме стабилизации тока с последующим автоматическим переходом в режим стабилизации напряжения при повышении напряжения на батарее до заранее заданной величины.

3. Параллельную работу выпрямителей на общую нагрузку (до четырех ВУК) в режиме стабилизации тока и до трех ВУК в режиме стабилизации напряжения. Выпрямители ВУК-90/25 и ВУК-170/13, питающие станции АТС и телеграфа с меняющейся нагрузкой, на параллельную работу включаются автоматически.

Выпрямители ВУК-320/7 и ВУК-36/60, питающие анодные и накальные цепи, которые характеризуются постоянной нагрузкой, на параллельную работу включаются вручную.

Автоматическое включение трех ВУК на параллельную работу осуществляется при достижении 90—100% максимальной нагрузки на каждом ВУК. Автоматическое отключение осуществляется в обратной последовательности включению при сбросе нагрузки до 30—35% на каждом ВУК.

4. Автоматическое подключение в режиме стабилизации тока резервного ВУК для заряда или подзаряда батареи и отключение этого ВУК после окончания заряда или подзаряда.

5. Автоматическое включение резервного ВУК при выходе из строя любого рабочего ВУК вследствие неисправности последнего.

6. Ограничение выходного тока ВУК в режиме стабилизации напряжения.

7. Дистанционное включение и выключение ВУК.

ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ ВУК

Включение ВУК производится тумблером B_3. При этом срабатывает реле $Ру$, через н. з. контакты реле $РС_1$ и $РС_2$ срабатывает реле $Рв$. Н. о. контактом реле $Ру$ шунтирует контакт тумблера B_3, через который была замкнута цепь реле $Рв$, н. о. контакт реле $Рв$ замыкает цепь катушки контактора постоянного тока $Рп$. Контактор $Рп$ срабатывает и своим н. о. контактом замыкает цепь катушки контактора переменного тока $Рт$.

При перегрузке, перенапряжении и перегорании одного из предохранителей $Пр_1 \div 5$, 9 и 10 происходит аварийное выключение ВУК.

При перегорании одного из предохранителей, кроме $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_8$, $Пр_{10}$, срабатывает реле $Рс_2$ и своим н. з. контактом разрывает цепь питания реле $Рв$, выпрямитель выключается

и остается выключенным до тех пор пока не будет заменен сгоревший предохранитель. При сгорании предохранителей $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_8$, $Пр_{10}$ пропадает питание, подаваемое с моста $Д_4$ на реле $Рв$, в результате чего ВУК также выключается. При перегрузке или перенапряжении срабатывает реле $Рс_1$, цепь питания катушки которого замыкается н. о. контактами реле $Рм_{31}$, $Рм_{32}$ или $Р_{макс}$, и отключение ВУК производится аналогично отключению ВУК при перегорании предохранителя.

Реле $Рс_1$ при срабатывании блокируется собственными контактами и остается включенным, не давая возможности повторного включения ВУК без выключения и включения ремонтного разъединителя $В_1$. Сигнализация включения контакторов $Рп$ и $Рт$ осуществляется сигнальной лампой $Л_2$, освещающей стрелку светового табло.

При включении ремонтного рубильника $В_1$ зажигается сигнальная лампа $Л_1$, освещающая контур этого табло. При пропадании напряжения сети ВУК выключается, но при появлении напряжения сети автоматически включается, т. к. выключатель $В_3$ остался во включенном состоянии.

Выключение выпрямителя вручную производится разрывом цепи реле $Рв$ с помощью тумблера $В_3$, при этом цепи питания катушек контакторов $Рт$ и $Рп$ размыкаются, и выпрямитель выключается. При выключении ВУК сначала отключается контактор переменного тока, а затем контактор постоянного тока, т. к. контактор $Рп$ при разомкнутых контактах реле $Рв$ удерживается н. о. контактом контактора $Рт$, и цепь контактора $Рп$ может отключиться только после выключения контактора $Рт$.

ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМОВ ВУК

Режим работы ВУК задается реле $Рр$, цепь которого включена на батарею.

В цепи обмотки $Рр$ имеется тумблер $В_4$ на три положения. Нижнее положение тумблера $В_4$ соответствует режиму «Автоматика» и обеспечивает автоматический переход ВУК из режима стабилизации тока в режим стабилизации напряжения. Верхнее и среднее положение тумблера $В_4$ соответствует ручной установке в режим стабилизации напряжения или тока при отсутствии необходимости в автоматическом переходе ВУК из одного режима в другой. В режиме «Автоматика» реле $Рр$ настраивается на срабатывание при определенном

напряжении на батарее с помощью переменного сопротивления R_7. Это напряжение определяется стационарным режимом работы системы электропитания и выбирается на 3—4% больше напряжения буферного режима эксплуатации. Во всех случаях напряжение срабатывания реле *Рр* должно быть выше напряжения, на которое отрегулировано ВУК для буферной работы. Реле *Рр* производит переключение режимов ВУК с помощью промежуточного реле *Рпп*, контакты которого производят коммутацию в цепях полупроводникового усилителя.

Когда реле *Рр*, а значит и *Рпп* находятся в отключенном положении, на вход полупроводникового усилителя подается напряжение с мостика $Д_{10}$, питающегося от трансформатора тока $ТрТ_4$, что соответствует режиму стабилизации тока.

При срабатывании реле *Рр* срабатывает реле *Рпп*, вход полупроводникового усилителя подключается к выходу ВУК, что соответствует режиму стабилизации напряжения. В режиме «Автоматика» включение ВУК всегда происходит в режиме стабилизации тока. После подзаряда или заряда аккумуляторной батареи до заданного напряжения происходит автоматический переход в режим стабилизации напряжения. Реле *Рпп* замедлено на срабатывание сопротивлением R_{23} и емкостью C_7. Емкость C_7 подключается параллельно обмотке реле *Рпп* через н. о. контакты реле *Ру* и через контакты тумблера B_4 в режиме «Автоматика». Это замедление обеспечивает четкость перехода ВУК из режима стабилизации тока в режим стабилизации напряжения.

При ручной установке тумблера B_4 в положение «Напряжение», для большей надежности и для осуществления быстрого перехода ВУК в режим напряжения, цепь срабатывания реле *Рпп*, кроме контактов реле *Рр*, замыкается также и через контакты тумблера B_4.

СХЕМА ЗАЩИТЫ И СИГНАЛИЗАЦИИ

Схема ВУК осуществляет защиту выпрямительного устройства от перегрузки и перенапряжения, при срабатывании которой ВУК отключается по переменному и постоянному току.

Защита от перегрузки осуществляется с помощью реле $Рмз_1$ и $Рмз_2$. Обмотка реле $Рмз_2$ включена через параллельно соединенные выпрямительные мостики $Д_7$ и $Д_8$ на трансформаторы тока $ТрТ_1$ и $ТрТ_2$. Выпрямительные мостики $Д_7$ и $Д_8$ нагружены на сопротивления R_{12} и R_{14}. Сопротивлением

R_{12} осуществляется регулировка порога срабатывания реле $Рмз_2$, выбираемого в пределах 110÷120% от максимального тока нагрузки выпрямителя.

Для обеспечения отключения ВУК при двухфазном коротком замыкании в цепи переменного тока трансформаторы тока $Трт_1$ и $Трт_2$ включены в две фазы питающей сети.

Схемой выпрямителя предусмотрено ограничение выходного тока, которое осуществляется при помощи трансформатора тока $ТрТ_5$. Напряжение с трансформатора тока подается на мостик $Д_{11}$ и через стабилитрон $Д_{18}$ на вход усилителя. При увеличении выходного тока ВУК увеличивается выходное напряжение трансформатора $ТрТ_5$ и мостика $Д_{11}$, подаваемое на вход усилителя. Начинает протекать дополнительный ток через стабилитрон $Д_{18}$ и сопротивление смещения R_{29}. При протекании дополнительного тока через сопротивление R_{29} увеличивается напряжение смещения первого каскада усилителя, и триод первого каскада больше открывается, а триоды последнего каскада — закрываются.

Соответственно уменьшается ток через ГОП, а следовательно выходное напряжение и ток ВУК. Ограничение по току настраивается на 100—110% от максимального выходного тока ВУК с помощью сопротивления R_{17}. Ввиду инерционности дросселя насыщения ограничение начинает снижать выходные параметры ВУК через определенное время (0,5 ÷
5 1 *сек*). Поэтому, чтобы реле $Рмз_2$ не срабатывало раньше действия системы ограничения по току, оно замедлено на срабатывание емкостью C_6 и сопротивлением R_{13}.

В случае короткого замыкания на шинах нагрузки или перегрузки током 200—250% выпрямитель должен выключиться сразу, так как могут выйти из строя кремниевые выпрямительные диоды. Так как реле $Рмз_2$ замедлено на срабатывание, то защита от короткого замыкания и значительной перегрузки осуществляется с помощью быстродействующего реле $Рмз_1$, обмотка которого подключена через выпрямительный мостик $Д_6$ к трансформатору тока $ТрТ_3$. Порог срабатывания реле $Рм_{31}$ настраивается с помощью потенциометра R_{11} в пределах 220÷250% максимального тока выпрямителя.

При срабатывании реле $Рмз_1$ и $Рмз_2$ замыкается цепь питания обмотки реле $Рс_1$, которое блокируется собственным контактом. Контактом реле $Рс_1$ разрывается цепь питания реле $Рв$, которое выключает контакторы $Рт$ и $Рп$ по переменному и постоянному току. Защита действует при пере-

грузке как со стороны постоянного, так и со стороны переменного тока (в случае повреждения в схеме ВУК).

Защита от перенапряжений осуществляется реле $P_{макс}$, обмотка которого через сопротивление R_6 и переменное сопротивление R_8 включена на выход ВУК. Установка срабатывания производится на $120 \pm 5\%$ от максимального выходного напряжения ВУК с помощью сопротивления R_8. При срабатывании $P_{макс}$ срабатывает реле Pc_1, выключение ВУК происходит так же, как при срабатывании реле $Pмз_1$ и $Pмз_2$. Повторное включение выпрямителя после его выключения из-за перегрузки или перенапряжения может быть произведено после устранения причины ненормального режима ВУК с помощью ремонтного рубильника B_1 (выключением и включением ремонтного рубильника B_1).

Для защиты управляющих цепей установлены сигнальные предохранители $Пр_1$ — $Пр_{10}$ с сигнальными контактами. При перегорании плавкой вставки одного из предохранителей $Пр_1 \div 5{,}9$ замыкаются его сигнальные контакты, срабатывает реле Pc_2, и ВУК выключается; при этом у предохранителя, у которого сгорела плавкая вставка, выступает стержень, что дает возможность быстро определить и заменить неисправный предохранитель. При выключении ВУК в результате перегрузки или перенапряжения загорается сигнальная лампочка $Л_4$ на световом табло «Защита», а при выключении ВУК в случае сгорания предохранителей $Пр_1$, $Пр_2$, $Пр_3$, $Пр_4$, $Пр_5$, $Пр_9$ загорается лампочка $Л_3$ на световом табло «Предохранитель».

В случае сгорания предохранителей $Пр_8$, $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_8$, $Пр_{10}$ разрывается цепь питания обмотки реле $Рв$, и выпрямитель выключается.

В случае аварийного выключения ВУК через н. о. контакты реле Pc_1 и Pc_2 и сигнальные контакты предохранителей $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_8$, $Пр_{10}$ срабатывает реле $Ртр$, получая питание от аккумуляторной батареи. Н. о. контактами реле $Ртр$ подается сигнал на табло общей сигнализации и на звонок, установленный вне выпрямителей.

При перегорании предохранителей $Пр_8$, $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_{10}$ сигнальная лампа $Л_3$ на табло «Предохранитель» гореть не будет, но будет подаваться сигнал на табло общей сигнализации. Предохранители $Пр_1$ и $Пр_2$, установленные в цепях фильтровых емкостей C_1 и C_2, сгорают при пробое одного из параллельно соединенных конденсаторов, а также при пропадании одной из фаз в силовом тракте выпрямителя, т. к. при

этом значительно возрастает переменная составляющая выпрямленного напряжения и тока в фильтровой емкости.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ВУК

1. В электропитающих установках выпрямители типа ВУК могут использоваться, как и для индивидуальной работы (работа одного ВУК), так и для параллельной работы (работа двух и трех ВУК, включенных параллельно на общую нагрузку).

Так как надежность работы электропитающих устройств связи должна быть весьма высокой, то схемой и конструкцией обеспечивается автоматическое включение резервного выпрямителя вместо выключенного неисправного выпрямителя.

При работе одного ВУК обеспечивается автоматическое включение резервного ВУК при повреждении рабочего. При повреждении одного из двух или трех параллельно работающих выпрямителей автоматически включается резервное ВУК, полностью заменяющее отключенное ВУК.

Благодаря автоматическому включению резервного ВУК и другим автоматическим процессам выпрямители типа ВУК могут работать без постоянного их обслуживания.

Выпрямительные устройства типа ВУК в зависимости от характера нагрузки могут быть разбиты на две группы:

а) работающие на постоянную нагрузку (ВУК-36/60 и ВУК-320/7) для питания накальных и анодных цепей;
б) работающие на переменную нагрузку (ВУК-90/25 и ВУК-170/13) для питания АТС, автоматики и питания моторных цепей телеграфных аппаратов.

В связи с указанным ВУК-36/60 и ВУК-320/7 при параллельной работе включаются вручную и только при повреждении одного из устройств автоматически включается резервное ВУК. ВУК-90/25 и ВУК-170/13 при параллельном включении следят за нагрузкой и автоматически включаются и выключаются в зависимости от величины нагрузки, и в работе остается только то количество ВУК, которое необходимо для обеспечения нагрузки в данный момент. При выключении любого рабочего ВУК вследствие его повреждения, автоматически включается резервное ВУК, и нормальная работа установки не нарушается.

Так как на параллельную работу ВУК-36/60 и ВУК-320/7 включаются вручную, то автоматика их схемы проще, чем у ВУК-90/25 и ВУК-170/13.

Электрическое соединение параллельно работающих ВУК осуществляется соединительными шлангами, включаемыми в гнезда разъемами $Ш_1$ и $Ш_2$ рядом установленных ВУК.

Параллельно работающие ВУК делят нагрузку между собой с точностью до 10% от максимального тока. Так как характеристики ВУК при серийном производстве неидентичны, применено специальное устройство для равномерного распределения нагрузки между ВУК при их параллельной работе. При параллельной работе одно из ВУК (первое в цепочке) выбирается ведущим, остальные ВУК — ведомыми. При повреждении и выключении первого ВУК ведущим автоматически становится второй ВУК.

Переход всех параллельно включенных ВУК из режима стабилизации тока (после включения установки, в том числе после прекращения подачи электроэнергии по питающему фидеру и ее восстановления), в режим стабилизации напряжения происходит одновременно.

При параллельной работе ВУК выключение одного из ВУК приводит к увеличению нагрузки на оставшиеся в работе ВУК (наиболее тяжелый случай — работа двух ВУК с полной нагрузкой, в этом случае нагрузка на оставшийся в работе ВУК до включения резервного ВУК толчком увеличится на 100%). Это увеличение не приводит к срабатыванию максимальной защиты оставшихся в работе ВУК, так как имеется система защиты $Рмз_2$, срабатывающая с замедлением на 2—3 *сек* и дающая возможность сработать системе ограничения по току.

Для защиты от повреждения кремниевых диодов выпрямительного моста при коротком замыкании на выходе ВУК или перегрузке током от 220% и выше максимального значения система защиты срабатывает без замедления (быстродействующая защита $Рмз_1$).

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ВУК

(См. лист 3 чертеж 2д3.214.173СХЭ ВУК-90/25, или 2д3.214.170СХЭ ВУК-320/7, или 2д3.214.171СХЭ ВУК-170/13, или 2д3.214.172СХЭ ВУК-36/60).

Для равномерного распределения нагрузки при параллельной работе в каждом ВУК имеется специальное устройство, состоящее из трансформатора тока $ТрТ_6$, выпрямителя $Д_9$, сопротивления R_{22} и реле *Ру*.

Один из трех параллельно работающих выпрямителей является ведущим и настраивается на определенное выходное напряжение.

Остальные ВУК при той же нагрузке должны быть настроены на то же напряжение, так как небольшие отклонения от величины напряжения, установленного на первом ВУК, вызывают значительные отклонения в распределении нагрузки между параллельно работающими ВУК.

С помощью устройства для равномерного распределения нагрузки производится корректировка напряжения, подаваемого на вход стабилизаторов ведомых ВУК. Ведущим является тот ВУК, у которого реле $Ру$ включено, у ведомых ВУК реле $Ру$ выключено. На ведущем ВУК реле $Ру$ своими н.о. контактами подает на вход стабилизатора (усилителя) напряжение с выхода ВУК. Напряжение на выходе ВУК, управляемого этим стабилизатором, не зависит от устройства для равномерного деления нагрузки и определяется положением потенциометра R_9. Одновременно реле $Ру$ ведущего ВУК своими н. о. контактами (по цепочке $Рп$, $Ру$, ВУК-90/25 и 170/13, а ВУК-36/60 и 320/7 по цепочке $Рв_1$, $Ру$) подключает свое устройство равномерного распределения нагрузки через разъемы $Ш2/10$ и $Ш2/11$ параллельной работы к устройствам для равномерного распределения нагрузки ведомых ВУК.

На ведомых ВУК реле $Ру$ отпущено, входные цепи стабилизаторов ведомых ВУК подключены через н. з. контакты реле $Ру$ к устройствам равномерного распределения нагрузки ведущего и своего ВУК.

Работа устройства равномерного распределения нагрузки происходит следующим образом. На ведущем ВУК устанавливается необходимое напряжение с помощью потенциометра R_9. На ведомых ВУК потенциометры устанавливаются таким образом, чтобы при определенной нагрузке, например, 50% $I_{ном}$, нагрузка на всех ВУК была одинаковой. При изменении нагрузки вследствие разных нагрузочных характеристик ВУК нагрузка между ВУК перераспределяется. Если нагрузка на ведущем ВУК изменится по сравнению с нагрузкой ведомых ВУК, то таким же образом изменится и напряжение на выпрямительном мосте $Д_9$ ведущего ВУК по сравнению с напряжением на выпрямительных мостах $Д_9$ ведомых ВУК, так как напряжение на выпрямительных мостах $Д_9$, питающихся от трансформаторов тока $ТрТ_6$ соответствующих ВУК, пропорционально их нагрузке. Напряжение на вход стабилизатора ведомого ВУК (плюсовой полюс)

подается по цепи «+» сопротивление R_{10}, н. з. контакты реле *Ру*, н. о. контакты контактора *Рп*, контакт *11* разъема $Ш_1$ ведомого ВУК, контакт *11* разъема $Ш_2$ ведущего ВУК, н. о. контакт контактора *Рп* (или $Рв_1$) и реле *Ру*, нагрузочное сопротивление R_{22}, контакт *10* разъема $Ш_2$ ведущего ВУК, контакт *10* разъема $Ш_1$ ведомого ВУК, сопротивление R_{22}, диод $Д_{12}$, н. з. контакты реле *Ру*, н. о. контакты реле *Рпп* и «плюс» вход стабилизатора.

Если на ведущем ВУК нагрузка меньше чем на ведомом, то падение напряжения на R_{22} будет тоже меньше, и к основному напряжению на сопротивлении R_{10} ведомого ВУК добавится разность падения напряжения на сопротивлениях R_{22} ведомого и R_{22} ведущего ВУК, т. е. напряжение на входе стабилизатора ведомого ВУК увеличится, вследствие чего напряжение и нагрузка на выходе ведомого ВУК уменьшится, а нагрузка ведущего увеличится.

Если на ведущем ВУК нагрузка будет больше чем на ведомом, то напряжение на входе стабилизатора ведомого ВУК уменьшится (за счет разности падений напряжения на сопротивлениях R_{22}), и нагрузка ведомого ВУК увеличится. Аналогично будет происходить работа ведущего ВУК и с другими ведомыми ВУК. Так как нагрузки всех ведомых ВУК сравниваются с нагрузкой ведущего ВУК, в цепи ведомых ВУК включены диоды $Д_{12}$ для развязки устройств равномерного деления нагрузки ведомых ВУК между собою.

ОДНОВРЕМЕННЫЙ ПЕРЕХОД ВУК В РЕЖИМ СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКА ИЛИ НАПРЯЖЕНИЯ

Переход параллельно работающих ВУК в режим стабилизации тока или напряжения осуществляется одновременно. Режим работы параллельно включенных ВУК задается реле *Рр* ведущего ВУК, реле *Рр* ведомых ВУК в переключении своего промежуточного реле *Рпп* не участвуют. Управление работой реле *Рпп* ведомых ВУК осуществляется с помощью контактов реле *Рр* и *Рпп* ведущего ВУК. У ведущего ВУК реле *Ру* включено, и питание реле *Рпп* с помощью переключающих контактов реле *Ру* осуществляется от собственного выпрямительного моста $Д_4$ через н. о. контакты реле *Рр*. На ведомых ВУК реле *Ру* выключено, и питание реле *Рпп* осуществляется от выпрямительного моста $Д_4$ ведомого ВУК через контакты *Рр, Ру, Рпп* ведущего ВУК и через

н. з. контакт реле *Ру* ведомого ВУК. При выключении ведущего ВУК осуществляется автоматическое включение *Ру* на втором ВУК (ведомом), в этом случае реле *Рпп* на остальных ведомых ВУК питаются от второго ВУК.

Для четкой работы ВУК реле *Рпп* имеет замедление на включение, осуществляемое сопротивлением R_{23} и емкостью C_7. Замедление нужно для случая включения ВУК на заряженную батарею в режиме стабилизации тока, и только при установившемся процессе должен осуществляться переход в режим стабилизации напряжения. Такое замедление нужно только на ведущем ВУК и только при работе в режиме «Автоматика», поэтому конденсатор C_7, включенный параллельно обмотке реле *Рпп*, включается тумблером B_4 при установке тумблера в положение «Автоматика», а также через н. о. контакты реле *Ру*.

ПОЛОЖЕНИЕ ТУМБЛЕРОВ ПРИ РАБОТЕ ВУК-36/60 И 320/7

Таблица 4

Назначение ВУК	Положение тумблера	Обозначение тумблера	Назначение ВУК	Положение тумблера	Обозначение тумблера
одно ВУК с автомат. резервом			при параллельной работе ВУК		
Рабочее ВУК	1	B_2, B_3, B_8, B_5	Ведущее ВУК	1	B_2, B_5, B_8, B_3,
	2	B_6, B_7		2	B_6, B_7
Резервное ВУК	1	B_2, B_5, B_6, B_7	Ведомое ВУК	1	B_5, B_3, B_6
				2	B_2, B_7, B_8
	2	B_8, B_3	Резервное ВУК	1	B_5, B_6, B_7
				2	B_2, B_3, B_8

Примечания к таблицам 4 и 5:

1. Положение *1* (верхнее) обозначает включение, положение *2* (нижнее) — выключение.
2. Тумблер B_3 расположен на двери, тумблер B_2 рядом с балластными дросселями, остальные тумблеры расположены на панели реле.
3. Для тумблера B_4 верхнее положение — режим напряжения, среднее — режим тока, нижнее — режим автоматики, B_4 на всех ВУК устанавливается в положение «Автоматика».
4. Если резервное ВУК не включается на работу в режиме тока, тумблер B_6 на резервном выпрямителе ставится в положение 2.

Включение ведущего выпрямителя осуществляется тумблером B_3, который одновременно включает реле *Ру* (для ВУК-90/25 и ВУК-170/13). Автоматический переход в режим ведущего второго ВУК при повреждении первого ВУК (включение реле *Ру* на ВУК № 2) осуществляется с помощью последовательно включенных контактов тумблера B_3 и н. з. контактов реле *Рв* (ВУК-320/7 и 36/60) или *Рп* (ВУК-90/25 и 170/13)) поврежденного ведущего ВУК.

Реле *Ру* в выпрямителях ВУК-320/7 и ВУК-36/60 на ведущем ВУК включается тумблером B_8.

ВКЛЮЧЕНИЕ ВУК НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ

Как указывалось выше, выпрямители ВУК-36/60 и ВУК-320/7 работают практически на постоянную нагрузку. При параллельной работе все рабочие ВУК включены постоянно, а резервное ВУК включается при выходе из строя одного из рабочих ВУК или в режиме тока на время заряда батареи.

ВУК-90/25 и ВУК-170/13 работают на переменную нагрузку и на параллельную работу автоматически включаются и выключаются в зависимости от величины нагрузки.

В соответствии с этим для ВУК-36/60, ВУК-320/7 и для ВУК-90/25, ВУК-170/13 приняты различные схемы параллельной работы.

ВКЛЮЧЕНИЕ НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ ВУК-36/60 И ВУК 320/7

(См. чертежи 2д3.214.172 СХЭ или 2д3.214.170 СХЭ)

Для ВУК-36/60 и ВУК-320/7 предусматривается параллельная работа трех ВУК.

Рабочие ВУК № 1, № 2, № 3 включаются каждый своим тумблером B_3. При этом на этих ВУК срабатывают реле *Рв*, через н. о., контакты которых включают контакторы постоянного (*Рп*) и переменного тока (*Рт*). Первый выпрямитель выбирается ведущим. У ведущего ВУК реле *Ру* должно быть включено. Реле *Ру* включается тумблером B_8. У ведомых ВУК тумблеры B_8 выключены. *Рпп* ведомых ВУК следят за *Рпп* ведущего ВУК, как это было описано выше.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ РЕЗЕРВНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ВУК-36/60 ИЛИ ВУК-320/7

Схемой ВУК-320/7 и ВУК-36/60 предусмотрено автоматическое включение резервного ВУК (ВУК № 4) в случае повреждения любого из трех параллельно работающих ВУК. Резервное ВУК может так же автоматически подключаться на время заряда или подразряда батареи.

У рабочих ВУК тумблеры B_3 включены, а тумблеры B_6 и B_7 выключены. Тумблер B_8 включен только у ведущего ВУК. У резервного ВУК тумблеры B_6 и B_7 включены; B_3 и B_8 — выключены.

Автоматическое включение резервного ВУК осуществляется следующим образом. При выходе из строя любого рабочего ВУК у последнего отпускает реле *Рв*. На реле *Рв* резервного ВУК через включенные контакты тумблера B_3 неисправного ВУК, через н. з. контакты реле *Рв*, через включенный тумблер B_7 резервного ВУК поступает «+» с моста $Д_4$, в результате чего *Рв* срабатывает и включает резервное ВУК как ведомое, так как у него реле *Ру* выключено тумблером B_8. Если повреждается ведущее ВУК № 1, то резервное ВУК включается по цепочке, описанной выше, но, кроме того, второй выпрямитель в цепочке ВУК становится ведущим. Реле *Ру* на ВУК № 2 срабатывает по цепочке: «—» моста $Д_4$, обмотка реле *Ру*, разъем *Ш*1/2 ВУК № 2, *Ш*2/2, контакты тумблера B_8, н. з. контакты реле *Рв* и разъем *Ш*2/3 ВУК № 1, разъем *Ш*1/3 и «+» моста $Д_4$ ВУК № 2.

При работе рабочих ВУК в режиме тока резервное ВУК, если его тумблер B_6 включен, автоматически включается на время заряда и подзаряда батареи по цепочке: «+» моста $Д_4$, разъем *Ш*1/3 резервного ВУК, разъем *Ш*2/3, н. о. контакты реле *Рв*, н. з. контакты реле *Рпп*, разъем *Ш*2/5 рабочего ВУК, разъем *Ш*1/5, обмотка реле *Рв*, н. з. контакты реле $Рс_1$ и $Рс_2$, «—» моста $Д_4$ резервного ВУК. Когда на ведущем ВУК срабатывают реле *Рр*, а следовательно, и реле *Рпп* на всех рабочих ВУК, последний переходит в режим стабилизации напряжения, в результате цепочка удержания реле *Рв* резервного ВУК обрывается, и он выключается.

ВКЛЮЧЕНИЕ НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ ВУК-90/25 И ВУК-170/13

(См. чертеж 2д3.214.173 СХЭ или 2д3.214.171 СХЭ)

Выпрямители ВУК-90/25 и ВУК-170/13 работают на переменную нагрузку, и количество включенных ВУК (до трех) должно соответствовать величине нагрузки в данное время. Поэтому постоянно включенным (тумблером B_3) может быть только ведущее ВУК (ВУК № 1). Ведомые ВУК (ВУК № 2 и ВУК № 3) должны включаться и выключаться автоматически в зависимости от величины нагрузки, а резервное ВУК (ВУК № 4) должно включаться только при повреждении одного из рабочих ВУК и в режиме стабилизации тока (если есть в этом необходимость). Поэтому тумблеры B_3 этих ВУК должны быть включены при параллельной работе.

Для автоматического включения ВУК на параллельную работу применена схема, при которой последующий ВУК включается на параллельную работу в зависимости от величины нагрузки на предыдущем ВУК. При загрузке ВУК № 1 на 90—100% включается ВУК № 2, при загрузке ВУК № 2 на 90—100% включается ВУК № 3.

При снижении нагрузки на каждом ВУК до 35% от максимального тока в первую очередь отключается ВУК № 3; при дальнейшем снижении нагрузки на оставшихся в работе двух ВУК до 35% отключается ВУК № 2.

У первого ВУК (ВУК № 1) включается тумблер B_3, в результате чего срабатывают реле *Рв* и *Ру*. ВУК № 1 включается и становится ведущим. На остальных ВУК тумблеры B_3 выключены, реле *Ру* у них не срабатывает и поэтому остальные ВУК являются ведомыми. Реле *Рпп* ведомых ВУК следят за положением *Рпп* ведущего ВУК как было описано выше.

Когда ВУК № 1 включается в режиме стабилизации тока, разомкнутые контакты тумблера B_3 ВУК № 2 шунтируются по цепи: разъем *Ш*1/1 ВУК № 2, разъем *Ш*2/1, н. о. контакты реле *Рв,* н. з. контакты реле *Рпп,* разъем *Ш*2/5 ВУК № 1, разъем *Ш*1/5, контакты тумблера B_6 ВУК № 2. В результате чего цепь обмотки реле *Рв* ВУК № 2 замыкается, и ВУК № 2 включается. В свою очередь по таким же цепочкам включаются ВУК № 3 и ВУК № 4 (резервный).

Если ВУК № 4 не нужно включать в режиме стабилизации тока, то на нем тумблер B_6 выключается.

ПОЛОЖЕНИЕ ТУМБЛЕРОВ ПРИ РАБОТЕ ВУК-90/25 И ВУК-170/13

Таблица 5

Назначение ВУК	Положение тумблера	Обозначение тумблера	Назначение ВУК	Положение тумблера	Обозначение тумблера
одно ВУК с автомат. резервом			при параллельной работе ВУК		
Рабочее ВУК	1	B_3, B_2, B_5	Ведущее ВУК	1	B_3, B_2, B_5
	2	B_7, B_6		2	B_7, B_6
Резервное ВУК	1	B_2, B_5, B_6	Ведомое ВУК	1	B_5, B_7, B_6
	2	B_3, B_7		2	B_2, B_3
			Резервное ВУК	1	B_5, B_7, B_6
				2	B_3, B_2

Примечание к таблице см. в табл. 4.

Когда напряжение на батарее повышается до величины, на которую настроено срабатывание реле *Рр* ведущего ВУК № 1, реле *Рр* срабатывает, включает реле *Рпп,* и все ВУК переходят в режим стабилизации напряжения. При небольшой нагрузке ведомые ВУК выключаются, а включенным остается только ведущее ВУК № 1.

Автоматическое включение и выключение ВУК на параллельную работу в режиме стабилизации напряжения, в зависимости от величины нагрузки, осуществляется с помощью реле $Рп_1$ и $Рп_2$, питающихся от трансформатора тока $ТрТ_7$ через выпрямительный мост $Д_{16}$. Напряжение питания этих реле пропорционально току нагрузки выпрямителя. Реле $Рп_1$ и $Рп_2$ настраиваются на срабатывание при определенном токе нагрузки ВУК с помощью соответствующих регулируемых сопротивлений R_{26} и R_{27} и настраиваются на отпускание при определенных токах нагрузки ВУК с помощью регулировочных винтов якоря реле, изменяющих зазор между якорем и сердечником реле.

Реле $Рп_1$ настраивается на срабатывание при 80—100-процентной нагрузке, на отпускание при 50 — 55-процентной нагрузке.

Реле $Рп_2$ настраивается на срабатывание при 45—50-процентной нагрузке, на отпускание при 30—35-процентной нагрузке.

Если нагрузка на работающем ВУК № 1 увеличится до 90—100%, сработает реле $Рп_1$ ВУК № 1 (реле $Рп_2$ сработало ранее, когда нагрузка была 45—50%). Н. о. контактами реле $Рп_1$ и $Рп_2$ шунтируется тумблер $В_3$ включения реле $Рв$ ВУК № 2, в результате цепь питания реле $Рв$ ВУК № 2 замыкается по цепи: «—» $Д_4$, н. з. контакты $Рс_1$ и $Рс_2$, обмотка реле $Рв$, тумблер $В_7$, *Ш*1/3 ВУК № 2, *Ш*2/3, н. о. контакты реле $Рп_2$ и $Рп_1$, *Ш*2/1 ВУК № 1, *Ш*/1/1, «+» $Д_4$ ВУК № 2. ВУК № 2 включается параллельно ВУК № 1. Нагрузка на каждом из двух параллельно включенных ВУК становится равной 40—50%. На ВУК № 1 отпускает реле $Рп_1$. После отпускания реле $Рп_1$ ВУК № 1 реле $Рв$ ВУК № 2 будет продолжать удерживаться по цепи: «—» $Д_4$, н. з. контакты реле $Рс_1$ и $Рс_2$, обмотка реле $Рв$, тумблер $В_7$, *Ш*1/3 ВУК № 2, *Ш*2/3, н. о. контакты $Рп_2$ *Ш*2/2 ВУК № 1, *Ш*1/2, н. о. контакты реле Рв, «+» $Д_4$ ВУК № 2. На ВУК № 2 срабатывает реле $Рп_2$ и реле $Рв$, и ВУК № 2 будет удерживаться еще и по цепи: «—» $Д_4$, н. з. контакты реле $Рс_1$, $Рс_2$, обмотки реле $Рв$, тумблер $В_7$, н. о. контакты реле $Рп_2$ ВУК № 2, н. о. контакты реле $Рв$, «+» $Д_4$.

Вторая параллельная цепочка удержания реле $Рв$ ВУК № 2 необходима. Если бы в цепи удержания реле $Рв$ не было бы н. о. контактов реле $Рп_2$ ВУК № 2, то при включении ВУК № 2 последний мог кратковременно брать на себя большую часть нагрузки, в результате реле $Рп_2$ ВУК № 1 могло бы выключаться, а следовательно, и выключать ВУК № 2. После выключения ВУК № 2 нагрузка на ВУК № 1 опять бы стала 90—100% и вновь бы включался ВУК № 2 и выключался. Кроме того, н. о. контактами реле $Рп_2$ ВУК № 2 замыкается цепь срабатывания реле $Ра$ ВУК № 2, и реле $Рв$ ВУК № 2 еще будет удерживаться по цепи: «+» $Д_4$, н. о. контакты реле $Ра$ ВУК № 2, обмотка реле $Рв$, н. з. контакты реле $Рс_1$ и $Рс_2$, «—» $Д_4$. Другим н. о. контактом *11—12* реле $Ра$ ВУК № 2 шунтирует сопротивление R_{27} в цепи реле $Рп_2$ ВУК № 1, в результате чего реле $Рп_2$ ВУК № 1 будет отпускать не при 30—35-процентной нагрузке, на которую оно было настроено, а при значительно меньшей.

Третьим н. о. контактом *21—22* реле $Ра$ ВУК № 2 замыкает цепь реле $Ра$ ВУК № 1 по цепочке: «+» $Д_4$, *Ш2/1* ВУК № 1, *Ш*1/1, н. о. контакты реле $Ра$, *Ш*1/12 ВУК № 2, *Ш*2/12,

н. з. контакты реле *Ртр,* обмотка реле *Ра,* сопротивление R_{24}, «—» $Д_4$ ВУК № 1.

Когда нагрузка увеличивается до 180—200% (по 90—100% на каждом из двух параллельно включенных ВУК), на ВУК № 2 срабатывает реле $Рп_1$ (реле $Рп_2$ сработало при включении ВУК № 2), в результате сработает *Рв* ВУК № 3 по аналогичным цепочкам, указанным выше, и ВУК № 3 включится. После включения ВУК № 3 нагрузка между параллельно работающими ВУК распределяется равномерно и становится равной 60—67%. На ВУК № 3 сработает реле $Рп_2$, а через его н. о. контакты и реле *Ра* ВУК № 3. Цепь удержания реле *Рв* ВУК № 3 будет замыкаться по цепочкам, аналогичным цепи замыкания реле *Рв* ВУК № 2, т. е. через н.о. контакты реле $Рп_2$ ВУК № 2, $Рп_2$ ВУК № 3 и *Ра* ВУК № 3. Сопротивление R_{27} в цепи реле $Рп_2$ ВУК № 2 будет зашунтировано контактами реле *Ра* ВУК № 3. Кроме того, реле *Ра* ВУК № 2 будет удерживаться по двум цепям: через контакты реле $Рп_2$ ВУК № 2 и через контакты реле *Ра* ВУК № 3. Таким же образом может включиться и резервный ВУК № 4, но при четырех ВУК равномерность деления нагрузки ухудшается. Поэтому установка должна рассчитываться на параллельную работу до трех ВУК.

Реле *Ра* емкостью C_8 замедлено на отпускание на $2 \div 2{,}5$ *сек.* С помощью замедления на реле *Ра* обеспечивается последовательность выключения ВУК при уменьшении нагрузки, т. е. ВУК № 2 может выключиться при уменьшении нагрузки до 30—35% только после выключения ВУК № 3. При уменьшении нагрузки возможен следующий вариант распределения последней на параллельно работающих выпрямителях: на ВУК № 1—30%, на ВУК № 2 и ВУК № 3 по 35%.

Из трех параллельно работающих ВУК отключается сначала $Рп_2$ ВУК № 3, так как в цепи реле $Рп_2$ ВУК № 3 R_{27} не зашунтировано контактом реле *Ра 12—11* ВУК № 4 (ВУК № 4 не работает). Реле $Рп_2$ ВУК № 3, отпустив, своим н. о. контактом обрывает цепь питания реле *Ра* ВУК № 3, и реле *Рв* ВУК № 3 будет удерживаться только через н. о. контакт *22—23* реле $Рп_2$ ВУК № 2.

При дальнейшем уменьшении нагрузки, например: на ВУК № 1 — 25%, на ВУК № 2 и ВУК № 3 по 32% могут отпустить одновременно реле $Рп_2$ ВУК № 1 и ВУК № 2. В этом случае ВУК № 1 будет продолжать работать, так как он включен тумблером $В_3$, ВУК № 2 также будет работать, его *Рв* будет продолжать удерживаться 2—3 *сек* через н. о.

контакт замедленного на отпускание реле *Ра* ВУК № 2 (цепь реле *Ра* ВУК № 2 обрывается контактом реле $Рп_2$ ВУК № 2) ВУК № 3 выключится, так как отпустило $Рп_2$ ВУК № 2.

После выключения ВУК № 3 нагрузка переходит на два ВУК, при этом нагрузка на каждом из двух включенных ВУК возрастает в 1,5 раза, так как реле *Ра* ВУК № 2 отпускает с замедлением, ВУК № 2 не успевает выключиться, так как вновь сработает реле $Рп_2$ ВУК № 1 или ВУК № 2 и останется замкнутой цепь удержания реле *Рв* ВУК № 2. Если после автоматического выключения ВУК № 3 нагрузка будет продолжать уменьшаться до 30—35%, то на ВУК № 2, а затем и на ВУК № 1 отпустят реле $Рп_2$, в результате чего ВУК № 2 выключится, питание нагрузки будет осуществляться только от ведущего ВУК № 1.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ РЕЗЕРВНОГО ВУК-90/25 И ВУК-170/13

Схемой ВУК-90/25 и ВУК-170/13 предусмотрено автоматическое включение резервного ВУК (ВУК № 4) в случае повреждения любого из трех параллельно работающих ВУК.

Резервное ВУК может также автоматически подключаться на время заряда и подзаряда батареи по цепочке *Рв, Рпп* и выключаться, когда рабочие ВУК переходят в режим стабилизации напряжения. Резервный выпрямитель после выключения поврежденного ВУК может включиться только в случае возрастания нагрузки на оставшихся в работе ВУК до 90—100%.

Автоматическое включение резервного ВУК и нормальная работа последующего выпрямителя при выходе из строя предыдущего осуществляются с помощью аварийного реле *Ртр*, которое установлено на каждом ВУК, и питается от выходных шин нагрузки через н. о. контакты реле $Рс_1$, $Рс_2$ и сигнальные контакты предохранителей $Пр_8$, $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_{10}$. Цепь реле *Ртр* всегда будет замкнутой при любом повреждении ВУК, так как реле *Ртр* будет питаться от шин нагрузки. При выключении одного из ведомых ВУК, например, ВУК № 2, срабатывает реле *Ртр* ВУК № 2, его н. о. контактами создается транзитный обход цепей (*Ш*1/2—*Ш*2/2, *Ш*1/3—*Ш*2/3, *Ш*1/5—*Ш*2/5, *Ш*1/12—*Ш*2/12, *Ш*1/9—*Ш*2/9) поврежденного выпрямителя. У неисправного ВУК № 2 реле *Рв*, $Рп_1$, $Рп_2$, *Рпп* и контакторы выключаются, но последующий выпрямитель ВУК № 3 не выключается, так как через транзитные

цепи, создаваемые н. о. контактами реле *Ртр* ВУК № 1 будет управлять работой ВУК № 3, так же как оно раньше управляло работой ВУК № 2. Если при выключении, в случае неисправности ВУК № 2, нагрузка на оставшихся в работе ВУК № 1 и № 3 будет больше 180—200% (90—100% на каждом), то автоматически по цепочке $Рп_1$, $Рп_2$ включится резервный ВУК № 4. Если нагрузка на каждом из ВУК № 1 и ВУК № 3 будет меньше 90—100%, то ВУК № 4 при выключении ВУК № 2 не включится, но сможет включиться тогда, когда нагрузка возрастет и у ВУК № 3 сработают реле $Рп_2$, $Рп_1$.

Если выключается в случае повреждения ведущее ВУК № 1, то автоматически ведущим становится ВУК № 2. При выключении ВУК № 1 у него отпускает реле *Рв,* вследствие чего на ВУК № 2 срабатывает реле *Ру* по цепочке: «—» $Д_4$, обмотка реле *Ру, Ш*1/14 ВУК № 2, *Ш*2/14, н. з. контакты реле *Рп*, тумблер $В_3$, Ш2/1 ВУК № 1, Ш1/1, «+» $Д_4$ ВУК № 2. Реле *Ру,* сработав, переводит ВУК № 2 в режим ведущего. Тумблер включения выпрямителя $В_3$ шунтируется н. о. контактами реле *Ру.*

Необходимо отметить, что параллельная работа ВУК при повреждении одного из работающих ВУК возможна только в том случае, если исправные ВУК не будут отключаться при двухкратном увеличении нагрузки. Во избежание этого на ВУК сделан бесконтактный режим ограничения тока в режиме стабилизации напряжения. Но переход в этот режим требует некоторого времени вследствие инерционности дросселей управления, поэтому в ВУК применены две максимальные защиты. Одна (включенная на две фазы) замедлена на выключение на 2—3 *сек* с тем, чтобы ВУК успел перейти в режим ограничения тока при двухкратном увеличении нагрузки. Эта защита *($Рмз_2$)* рассчитана на выключение от перегрузки ВУК при $120\%_{макс}$. Другая защита (включенная в одну фазу $Рмз_1$) быстродействующая, отключает ВУК при перегрузке в 2,0—2,3 максимального тока в течение 100—120 *мксек.*

Эта защита не допускает выхода из строя кремниевых вентилей ВУК при коротком замыкании на выходе ВУК (на шинах нагрузки), когда ток через вентили может достигнуть 5—6-кратного значения.

Таким образом, описанная выше схема параллельной работы ВУК мощностью 2 *квт* обеспечивает автоматизированную и четкую работу установки из трех параллельно работающих ВУК, как в нормальных условиях, так и при повреждении любого из параллельно включенных ВУК.

IV. КОНСТРУКЦИЯ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Общие виды выпрямительных устройств мощностью 2 квт показаны на чертежах 2д3.214.173; 2д3.214.172; 2д3.214.171; 2д3.214.170.

Габаритные размеры выпрямительных устройств $2250 \times 450 \times 700$ *мм;* вес ≈ 300 *кг.*

Выпрямительные устройства выполнены в виде шкафа, устанавливаемого у стены. Каркас шкафа и крепящие детали выполнены из облегченных гнутых профилей. Конструкция выпрямителя обеспечивает свободный доступ ко всем деталям и узлам. Профилактическое обслуживание выпрямительных устройств осуществляется с лицевой стороны.

На лицевой стороне ВУК, в верхней части, расположена панель измерительных приборов с вольтметром и амперметром, которые для удобства наблюдения за показаниями устанавливаются с некоторым наклоном. Ниже находится ручка ремонтного разъединителя, соединительные разъемы, два световых табло с сигнальными лампочками, загорающимися в аварийном режиме ВУК при сгорании предохранителя или при срабатывании защиты.

Внутри шкафа, в верхней его части, расположены контакторы переменного и постоянного тока; понижающий трансформатор для питания цепей усилителя и реле; блок трансформаторов тока и панель сигнальных предохранителей, за панелью предохранителей расположен блок фильтровых конденсаторов, который можно вынимать при осмотре или ремонте. Перед панелью предохранителей находится панель реле с элементами автоматики и сигнализации, которая может поворачиваться относительно горизонтальной оси, что обеспечивает доступ к монтажу. В средней и нижней части ВУК, на специальных угольниках, расположены два дросселя фильтра, силовой трансформатор, трехфазный дроссель насыщения. В самом низу шкафа находится блок выпрямителей и полупроводниковый стабилизатор.

Полупроводниковый стабилизатор оканчивается кабелем длиной около 0,5 *м* с вилкой, которая вставляется в гнезда разъема, укрепленного на каркасе ВУК. С помощью переходного шланга полупроводниковый стабилизатор может быть вынесен из шкафа ВУК, что дает возможность проверить и настраивать стабилизатор при включенном выпрямителе.

Выпрямительные устройства спереди закрываются дверью со специальным замком, на которой находятся два ре-

остата с ручками управления режимом стабилизации напряжения и тока, тумблер для включения и выключения выпрямителя, световое табло с сигнализацией включения ВУК.

Выпрямительные устройства сзади закрываются несъемными стенками, а сбоку—съемными заглушками. На нижней боковой заглушке и в нижней части двери имеются жалюзи. Образующийся внутри выпрямителя теплый воздух от нагрева элементов создает благоприятные условия для интенсивного засасывания через жалюзи холодного воздуха, охлаждающего выпрямительный блок.

V. КОМПЛЕКТАЦИЯ, РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ

Выпрямители предназначены для установки в помещении, где работает аппаратура питания: в генераторной или отдельной комнате. Выпрямители поставляются в разобранном виде. При транспортировке отдельно упаковываются: силовой трансформатор, дроссель насыщения, дроссели фильтра, панель измерительных приборов, запасные изделия по ведомости запасного имущества и техническая документация по ведомости эксплуатационных документов.

Выпрямители предназначены для установки у стены, но могут быть размещены в один ряд с устройствами, которые находятся не у стен помещения.

Между собой выпрямители скрепляются четырьмя болтами М8.

Специального фундамента для установки выпрямителей не требуется.

Монтаж шин переменного и постоянного тока и цепей сигнализации производится в соответствии с общим проектом электропитающей установки. «Плюс» и «минус» нагрузки подключаются к выходному клеммнику в верхней левой части ВУК. Подводка сети переменного тока к ВУК от шин переменного тока, проходящих через ВУК, осуществляется подключением трех проводов к шинам и клеммнику в верхней правой части ВУК.

При напряжении сети 380/220 *в* к клемме «0» клеммника переменного тока подключастся провод от нулевой шины.

Заземляющие провода подключаются к болтам «Заземление».

Станционные цепи сигнализации подключаются к клеммам на выходном клеммнике постоянного тока.

I. КОМПЛЕКТАЦИЯ

Выпрямители поставляются в разобранном виде. При транспортировке снимаются и упаковываются отдельно следующие элементы:

Таблица 1

№№ п/п.	Наименование элементов	Условное обозначение в схеме / монтажный №	К-во	Номер чертежа: ВУК-36/60	ВУК-90/25	ВУК-170/13	ВУК-320/7	Примечание
1.	Силовой трансформатор	*ТрС*	1	2д4.724.056СП	2д4.724.054СП	2д4.724.053СП	2д4.724.055СП	
2.	Дроссель	*ДрУ*	1	2д4.752.102СП	2д4.752.102СП	2д4.752.102СП	2д. 752.102СП	
3.	Дроссель фильтра	$ДрФ_1$	1	2д4.752.077СП	2д4.752.078СП		2д. 752.062СП	
4.	Дроссель фильтра	$ДрФ_2$	1	2д4.752.066СП	2д4.752.063СП	2д4.752.061СП	2д4.752.065СП	
5.	Рама выпрямителей	$Д_1$	1	2д5.121.225	2д5.121.230	2д5.121.231	2д5.121.232	

Продолжение табл. 1

№№ п/п.	Наименование элементов	Условное обозначение в схеме монтажный №	К-во	Номер чертежа ВУК-36/60	ВУК-90/25	ВУК-170/13	ВУК-320/7	Примечание
6.	Панель измерительных приборов:							
	а) амперметр типа М-367		1	0—75*А*	0—30*А*	0—20*А*	0—10*А*	
	в) вольтметр типа М-367		1	0—50*в*	0—150*в*	0—250*в*	0—450*в*	
7.	Панель полупроводникового стабилизатора		1	2д2.233.005СП	2д2.233.005СП	2д2.233.005СП	2д2.233.005СП	
8.	Запасные изделия по ведомости запасного имущества			2д3.214.172ЗИ	2д3.214.173ЗИ	2д3.214.171ЗИ	2д3.214.170ЗИ	
9.	Техническая документация по ведомости эксплуатационных документов			2д3.214.172ЭД	2д3.214.173ЭД	2д3.214.171ЭД	2д3.214.170ЭД	

II. УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ

В нерабочем состоянии все съемные элементы ВУК и прилагаемые к ним запасные детали должны храниться в распакованном виде в сухом, вентилируемом помещении, не содержащем паров ртути, кислот и щелочей, при температуре окружающего воздуха от +5 до +40°С и относительной влажности не более 80%.

III. ПОДГОТОВКА ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ К МОНТАЖУ

Перед сборкой выпрямителя необходимо произвести технический осмотр самого выпрямителя, всех его съемных деталей и монтажа.

Необходимо проверить сопротивление изоляции моточных элементов и кремниевых диодов в раме по отношению к корпусу. Сопротивление изоляции трансформаторов и дросселей нужно проверять между обмотками и между обмотками и корпусом мегомметром постоянного тока напряжением 500 *в*. Сопротивление изоляции должно быть не менее 50 *Мом.*

Если сопротивление изоляции силовых трансформаторов и дросселей будет ниже 50 *Мом,* то перед установкой в выпрямитель их необходимо просушить током короткого замыкания.

Сушка током короткого замыкания производится при низком напряжении источника тока, при этом плотность тока в цепях обмоток не должна превышать 2,5—3 *а/мм²*.

У силового трансформатора первичные обмотки следует соединить в звезду, а вторичные — закоротить (напряжение первичной обмотки должно быть такой величины, чтобы ток в ней не превышал 10*а*). Когда сопротивление изоляции достигнет 50 *Мом,* сушку можно считать законченной.

При сопротивлении изоляции трансформаторов и дросселей, превышающем 20 *Мом,* электрическую сушку элементов производят под напряжением в самом ВУК после монтажа выпрямителя. Порядок сушки будет указан ниже (см. раздел «Работа выпрямителей и их настройка»).

IV. МОНТАЖ

Выпрямители устанавливаются в один ряд.

В каркасе ВУК с каждой стороны имеются по четыре

отверстия для установки болтов, с помощью которых рядом стоящие выпрямители скрепляются между собой.

Установка элементов в выпрямители, монтаж проводов производятся в соответствии с технической документацией, прилагаемой к ВУК.

Плавкие вставки предохранителей устанавливаются в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Наименование предохранителя	Тип предохранителя	Номинальный ток, *а*	Диаметр проволоки, *мм*	
$Пр_1$	2д6.616.038	5,0	0,18	медь
$Пр_2$	2д6.616.038	5,0	0,18	медь
$Пр_3$	2д6.616.034	1,0	0,15	константан
$Пр_4$	2д6.616.035	2,0	0,25	„
$Пр_5$	2д6.616.035	2,0	0,25	„
$Пр_6 \div Пр_8$	2д6.616.034	1,0	0,15	„
$Пр_9$	2д6.616.034	1,0	0,15	„
$Пр_{10}$	2д6.616.034	1,0	0,15	„

При напряжении питающей сети 220 *в* необходимо:

1. На силовом трансформаторе *ТрС* замкнуть перемычкой клеммы *6* и *9*, *5* и *8*, *4* и *7*.

2. На трансформаторе $Тр_1$ замкнуть перемычкой клеммы *1* и *4*, *2* и *5*, *3* и *6*.

3. Перемычку ПМ-1 установить в положение «220 *в*».

Завод-изготовитель выпускает ВУК подготовленными для включения в сеть на напряжение 380 *в*; при этом должно быть:

1. Замкнуты накоротко перемычками клеммы 7, 8, 9 и 0 силового трансформатора.

2. Замкнуты накоротко перемычками клеммы 4, 5, 6 трансформатора $Тр_1$.

3. Перемычка ПМ-1 установлена в положение «380 *в*».

Корпус ВУК должен быть обязательно заземлен. Заземляющие провода подключаются к болтам «заземления».

Монтаж шин переменного тока и постоянного и цепей сигнализации производится в соответствии с общим проектом электропитающей установки.

Подводка сети переменного тока к ВУК осуществляется путем подключения трех проводов от шин переменного тока, проходящих через ВУК, к клеммнику переменного тока, расположенному в верхней правой части ВУК.

У ВУК, работающих параллельно на общую нагрузку, необходимо соблюдать фазность подключения переменного тока от шин к клеммникам переменного тока. «Плюс» и «минус» нагрузки подключаются к выходному клеммнику, расположенному в верхней левой части ВУК.

При напряжении сети 380/220 *в* к клемме 0, расположенной на клеммнике переменного тока, следует подключать нулевой провод от нулевой шины.

Станционные цепи сигнализации подключаются к клеммам *К*2/1 и *К*2/2, расположенным на выходном клеммнике постоянного тока.

Перед включением выпрямителей необходимо просмотреть монтажные провода, и, если они лежат на элементах, выделяющих большое количество тепла, например на сопротивлениях, температура которых может достигать 200°С, то раздвинуть эти провода так, чтобы они не касались нагревающихся элементов и при работе ВУК не обгорали.

V. РАБОТА ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ И ИХ НАСТРОЙКА

Смонтированные выпрямители перед включением на аккумуляторную батарею и станционную нагрузку должны быть проверены и настроены на омическую переменную нагрузку, которая выбирается в соответствии с выходными параметрами выпрямителя.

После проверки и настройки каждого ВУК отдельно проверяется совместная работа выпрямительных устройств на общую омическую нагрузку.

Перед включением ВУК следует:

1. Подключить нагрузку к выходу ВУК и установить ее сопротивление, соответствующее верхнему пределу напряжения в буферном режиме при токе, равном 50% максимального (см. табл. 2 ТО).

2. Повернуть ручки потенциометров R_{15} («Ток») и R_9 («Напряжение»), расположенных на двери ВУК, в крайнее левое положение.

3. Установить тумблеры B_2, B_8, B_5 в положение I, B_4 — «Напряжение»; B_6 и B_7 — в положение № 2 (см. описание, табл. 4 и 5).

4. Включить ремонтный разъединитель $В_1$. При этом должна загореться сигнальная лампочка $Л_1$, освещающая контур светового табло на дверях ВУК.

5. Включить тумблер $В_3$ на двери под световым табло. Вольтметр и амперметр ВУК должны показать небольшое напряжение и ток. Сигнальная лампа $Л_2$, освещающая стрелку светового табло, должна загореться. Вращением ручки потенциометра «Напряжение» вправо установить на выходе ВУК напряжение, соответствующее верхнему пределу в буферном режиме при токе равном 50% максимального. Завод-изготовитель выпускает устройства ВУК 90/25 и ВУК 170/13 для работы во II диапазоне.

6. Проверить вольтметром переменного тока симметрию напряжений на клеммах переменного тока диодной рамы. Асимметрия напряжений между фазами должна быть не больше 5%. Напряжение переменного тока на клеммах диодной рамы должно быть порядка: для ВУК-36/60—24 *в*, для ВУК 90/25—60 *в*, для ВУК-170/13—126 *в*, для ВУК-320/7—210 *в*.

7. Переключить тумблер $В_4$ в положение «Ток» и, медленно вращая ручку потенциометра R_{15} («Ток») вправо, установить верхний передел напряжения буферного режима при токе, равном 50% максимального (проверка регулировки режима стабилизации тока), затем переключить тумблер $В_4$ в положение «Напряжение».

8. Уменьшить нагрузку и потенциометром R_9 («Напряжение») установить напряжение, соответствующее верхнему пределу буферного режима при токе, равном 10% максимального.

9. При проведении электрической сушки моточных элементов под напряжением в самом ВУК следует оставить включенным ВУК при минимальном напряжении, которое возможно снять с выпрямителя, и при максимальном токе.

В начале работы ВУК при сушке под напряжением может наблюдаться резкое падение сопротивления изоляции, поэтому необходимо периодически измерять сопротивление изоляции моточных элементов.

10. Для измерения сопротивления изоляции выключателем $В_3$ и ремонтным разъединителем $В_1$ выключить ВУК.

11. Отключить входные провода на клеммной колодке силового трансформатора и мегомметром замерить сопротивление изоляции.

Если сопротивление изоляции ниже 20 *Мом,* ВУК не включать пока не охладится моточный элемент (у охлажденного трансформатора сопротивление изоляции вырастет).

12. Когда сопротивление изоляции достигнет 20 и более *Мом,* замонтировать провода на клеммной колодке трансформатора, включить ВУК для продолжения сушки трансформатора и др. элементов.

VI. ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕГРУЗКИ ПО ТОКУ

Настройка $Рмз_2$

1. Тумблер $В_5$ устанавливается в положение *2*.

2. Потенциометр R_{12} выводится влево до отказа.

3. Тумблер $В_4$ устанавливается в положение «Напряжение».

4. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее 120% номинального тока ВУК, не превышая верхний предел напряжения буферного режима эксплуатации.

5. Тумблером $В_3$ включается ВУК и вращением потенциометра R_9 (напряжение) вправо устанавливается 20% перегрузка по току, при которой ВУК должно автоматически выключиться.

6. Обмотка реле $Рмз_2$ включена через параллельно соединенные выпрямительные мостики $Д_7$ и $Д_8$ на трансформаторы тока $ТрТ_1$ и $ТрТ_2$. Реле $Рмз_2$ замедлено на срабатывание, при перегрузке по току от 100 до 120% $I_{н\ макс}$ на 2÷4 *сек,* поэтому настройка срабатывания $Рмз_2$ при заданной перегрузке осуществляется плавным и медленным вращением вправо потенциометра R_{12}.

7. При включении ВУК на нагрузку, соответствующую 120% номинального тока, реле $Рмз_2$ сработает с замедлением 7—12 *сек* с момента включения выпрямителя.

Настройка $Рмз_1$.

1. Заложить изоляционную прокладку между якорем и сердечником реле $Рмз_2$.

2. Отключить калиброванный провод от плюса амперметра на панели приборов.

3. В цепь нагрузки включается амперметр, соответствующий 250% номинального тока нагрузки.

4. Потенциометр R_{11} выводится влево до отказа.

5. Тумблер $В_5$ устанавливается в положение *2* (ограничение по току выключается).

6. Тумблер B_4 устанавливается в положение «Напряжение».

7. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее 220% номинального тока эксплуатации ВУК и напряжению, не превышающему верхний предел буферного режима эксплуатации.

8. Тумблером B_3 включается ВУК, вращением потенциометра R_9 («Напряжение») вправо устанавливается 220% перегрузки по току, а вращением вправо потенциометра R_{11} добиваются выключения выпрямителя.

Примечание. Если по какой-либо причине не представляется возможным настроить защиту по току $Pмз_1$ вышеуказанным методом, приблизительная настройка осуществляется установкой сопротивления потенциометра R_{11}—95÷100 *ом*.

Настройка ограничения тока.

1. Ограничение по току настраивается на 100—110% от максимального выходного тока ВУК.

2. Тумблер B_5 устанавливается в положение 1.

3. Тумблер B_4 устанавливается в положение «Напряжение».

4. Потенциометр R_{17} выводится влево до отказа.

5. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее 110% номинального тока ВУК и напряжению, не превышающему верхний предел буферного режима эксплуатации.

6. Тумблером B_3 включается ВУК. Вращением потенциометра R_9 вправо устанавливается 110-процентная нагрузка по току.

7. Плавным вращением потенциометра R_{17} добиваются начала снижения выходных параметров ВУК тока и напряжения.

8. Нагрузочным сопротивлением уменьшается ток нагрузки до 100% номинального значения тока ВУК, при этом выходное напряжение выпрямителя должно остаться таким, каким оно было установлено по пункту 6.

9. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее 100% номинального тока ВУК, включается выпрямитель и резко увеличивается нагрузочным сопротивлением ток нагрузки до 200% номинального тока ВУК. При этом должно работать ограничение, то есть резко снижаются выходные параметры ВУК, и защита по току $Pмз_2$ не должна сработать.

VII. ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Для настройки защиты ВУК от перенапряжения необходимо:

1. Установить тумблер B_4 в положение «Ток».

2. Установить сопротивление нагрузки, соответствующее 50% максимального тока и напряжению, превышающему на 20% максимальное напряжение эксплуатации ВУК.

3. Включить ВУК и вращением потенциометра R_{15} («Ток») вправо установить напряжение, превышающее на 20% максимальное эксплуатационное напряжение, при котором ВУК должно автоматически выключиться.

Настройка срабатывания защиты при заданном перенапряжении осуществляется регулировкой потенциометра R_8 на панели реле.

4. При срабатывании защиты от перенапряжения или от перегрузки по току ВУК автоматически выключается, на световом табло «Защита» загорается сигнальная лампа $Л_4$ и подается сигнал на выносное табло. Включение ВУК после срабатывания защиты осуществляется выключением и включением выключателя B_1.

VIII. ВЫКЛЮЧЕНИЕ ВУК ПРИ СГОРАНИИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

1. Тумблер B_4 устанавливается в положение «Напряжение».

2. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее любому значению рабочего диапазона выходных параметров ВУК.

3. После включения ВУК вынимаются поочередно сигнальные вставки предохранителей $Пр_1$, $Пр_2$, $Пр_3$, $Пр_4$, $Пр_5$, $Пр_9$, $Пр_{10}$ в результате чего ВУК выключается и загорается сигнальная лампа $Л_3$ на световое табло «Предохранитель» и подается сигнал на выносное табло.

Если будет вынута сигнальная вставка одного из предохранителей $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_8$, то ВУК может не выключиться, сигнальная лампа на световом табло «Предохранитель» гореть не будет, но будет подаваться сигнал на выносное табло.

IX. РЕЖИМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ

Автоматическая стабилизация напряжения и тока для ВУК-36/60, ВУК-320/7 проверяется в одном диапазоне, а для ВУК-90/25, 170/13 в двух диапазонах: первом и втором; диапазон выбирается установкой витков на отводах первичных обмоток силового трансформатора.

1. Тумблер B_4 устанавливается в положение «Напряжение».

2. Включается ВУК и потенциометром R_9 («Напряжение») устанавливается напряжение на выходе ВУК, соответствующее напряжению эксплуатации в буферном режиме (см. табл. 2ТО).

3. Проверяется стабилизация выпрямленного напряжения:

а) для выпрямительных устройств типа ВУК-90/25 и ВУК-170/13 при изменении нагрузки в пределах от 100 до 5% максимального тока и при изменении напряжения сети—на 15+5% от номинального значения;

б) для выпрямительных устройств типа ВУК-36/60 и ВУК-320/7 при изменении нагрузки в пределах от 100 до 10% и напряжении сети на — 15+5%.

Стабилизация напряжения проверяется на предельных значениях напряжений, указанных в таблице 2ТО (для ВУК-90/25 и ВУК-170/13) в диапазоне, требуемом в процессе эксплуатации. Точность стабилизации выпрямленного напряжения должна составлять $\pm 2\%$ от установленного значения. Допускается отклонение выпрямленного напряжения в одну сторону (повышение или понижение) до 4% по абсолютной величине, полученной от суммы отклонений как при повышении, так и при понижении напряжения.

X. РЕЖИМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКА

1. Тумблер B_4 устанавливается в положение «Ток».

2. Включается ВУК и плавным вращением потенциометра R_{15} («Ток») вправо устанавливается максимальный ток нагрузки при напряжении, соответствующем нижнему пределу буферного режима (см. табл. 3).

3. Проверяется стабилизация тока в процессе сброса на-

грузки, при которой напряжение на выходе ВУК увеличивается до максимального значения.

4. Потенциометром R_{15} устанавливается ток, соответствующий 30% максимального тока ВУК, и проверяется стабилизация тока. Точность стабилизации тока должна быть не хуже указанной в таблице 3.

Для ВУК 90/25 и ВУК 170/13 стабилизация тока проверяется в диапазоне, соответствующем эксплуатационному.

Таблица 3

Тип ВУК	Установка тока в пределах нагрузки	Диапазон	Пределы изменения напряжения в режиме стабилизации тока		Точность стабилизации тока	Макс. напряжение в режиме стабилизации тока, *в*	Точность стабил. тока при максим. напряжении
			нижний, *в*	верхний *в*			
ВУК-36/60	100—50%	—	26	31	10%	36	40%
ВУК-320/7		—	220	280		320	
ВУК-90/25		I	56	66		78	
		II	62	76		90	
ВУК-170/13		I	112	132		156	
		II	132	152		170	
ВУК-36/60	50—30%		26	31	20%	36	40%
ВУК-320/7			220	280		320	
ВУК-90/25		I	56	66		78	
		II	62	76		90	
ВУК-170/13		I	112	132		156	
		II	132	152		170	

В таблице 4 показано, как снимается характеристика стабилизации тока для ВУК 36/60.

Завод-изготовитель выпускает выпрямительные устройства ВУК-90/25, ВУК-170/13, подготовленными для работы во II диапазоне, в паспорте на данные выпрямители указываются установочные витки первичной обмотки силового трансформатора для работы в I диапазоне.

Таблица 4

v вых / v сети	26	31	36	Примечание
231	60	60	59	
220	60	60	59	
187	59	57,5	49	
231	18	17,7	17	
220	17,9	17,5	16,6	
187	17,5	16,9	16	

XI. ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМОВ ВУК

1. Тумблер B_4 устанавливается в положение «Автоматика».

2. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее рабочим параметрам эксплуатации ВУК.

3. Включается ВУК и вращением потенциометра R_{15} «Ток» вправо устанавливается заранее заданное напряжение, при котором должен произойти переход от режима стабилизации тока в режим стабилизации напряжения.

Автоматический переход из режима стабилизации тока в режим стабилизации напряжения осуществляется срабатыванием реле Pp и Pnn. Порог срабатывания реле Pp настраивается потенциометром R_7 (обозначение на панели реле Pp).

ВНИМАНИЕ! Для ВУК напряжением срабатывания реле *Pp* рекомендуется настраивать на 3—5% больше напряжения буферного режима эксплуатации.

XII. ЦЕПИ, УЧАСТВУЮЩИЕ В АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ВУК

Реле Pn_1 и Pn_2 (только у ВУК-90/25 и ВУК-170/13).

Реле Pn_1 и Pn_2 представляют собой реле типа РКН Рс4500042 R обмотки = 2000 *ом.*

На заводе-изготовителе ВУК реле устанавливаются на панели реле отрегулированными.

Регулировка реле Pn_1 и Pn_2 заключается в следующем:

1. Реле должно быть отрегулировано на замыкание рабо-

чих контактов в последний момент притяжения якоря к сердечнику. Эта регулировка обеспечивается увеличением зазора между пружинами контакта в нерабочем положении якоря реле.

Рабочими пружинами являются *12—13*; *21—22* и *23—24*. Контактное давление между рабочими пружинами *12—13*, *21—22* и *23—24*, измеренное граммометром, должно сохраниться после регулировки зазора и должно быть не менее 20 ÷ 25 *г*. Требуемое давление пружин создается регулировкой изгиба пружин.

2. Реле должно быть отрегулировано на ток срабатывания $I_{ср} = 7{,}0$ *ма* ÷ 6,5 *ма* и ток отпускания $I_{отп} = 4{,}2$ *ма* ± 2%. Порог тока срабатывания реле регулируется изменением давления пружин контактов. Настройка порога отпускания реле осуществляется регулировочным винтом якоря реле. Ток отпускания проверяется после затяжки контргайки штифта.

Реле $Рп_1$ и $Рп_2$, установленные на панели реле выпрямителя, настраиваются на срабатывание и отпускание при определенных токах нагрузки выпрямителя. Для этого:

1. Тумблер B_4 устанавливается в положение «Напряжение».

2. Включается ВУК, и потенциометром R_9 устанавливается напряжение, соответствующее эксплуатационному режиму.

3. Устанавливается ток нагрузки равный 45 ÷ 50% максимального тока ВУК, при котором должно срабатывать реле $Рп_2$.

Реле $Рп_2$ должно отпустить при 30 ÷ 35% максимального тока ВУК.

4. Устанавливается ток нагрузки равный 90 ÷ 100% максимального тока ВУК, при котором должно сработать реле $Рп_1$. Реле $Рп_1$ должно отпустить при 50 ÷ 55% максимального тока ВУК.

Настройка порогов срабатывания реле $Рп_1$ и $Рп_2$ осуществляется регулировкой соответствующих сопротивлений R_{26} и R_{27} на панели реле (обозначение на панели реле $Рп_1$ и $Рп_2$).

Настройка порогов отпускания реле $Рп_1$ и $Рп_2$ осуществляется с помощью регулировочного винта якоря реле путем изменения зазора между якорем и сердечником реле.

При увеличении зазора реле будет отпускать при большем значении тока нагрузки и наоборот.

Система равномерного деления нагрузки ВУК.

1. Тумблер B_4 устанавливается в положение «Напряжение».

2. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее максимальному значению тока.

3. Включается ВУК и потенциометром R_9 устанавливается максимальное напряжение на выходе ВУК для буферного режима. Вольтметром постоянного тока замеряется напряжение на участке «—» моста $Д_9$, движок сопротивления R_{22} (обозначение на панели реле R_{22}), которое должно быть равным 1,6 ÷ 1,8 *в*.

4. Высокоомным вольтметром измеряется суммарное падение напряжения на опорных диодах $Д_{19}$ и $Д_{20}$. У каждого из параллельно работающих ВУК суммарное падение напряжения на двух опорных диодах должно быть одинаковым и не должно отличаться одно от другого более чем на 0,1 *в* (о подборе опорных диодов по падению напряжения см. в инструкции стабилизатора т. СПВ).

XIII. ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ВУК НА ОБЩУЮ НАГРУЗКУ

Перед включением ВУК на параллельную работу на станционную нагрузку совместно с аккумуляторной батареей следует произвести настройку параллельно работающих ВУК на омическую нагрузку.

Выпрямители типа ВУК-36/60 и ВУК-320/7 на параллельную работу включаются вручную, а выпрямители типа ВУК-90/25 и ВУК-170/13 на параллельную работу включаются автоматически.

Настройка параллельно работающих ВУК с автоматическим включением заключается:

1) в проверке деления нагрузки между параллельно работающими ВУК;

2) в проверке автоматического включения и выключения параллельно работающих ВУК в зависимости от величины общей нагрузки;

3) в проверке автоматического включения резервного ВУК при неисправности любого из рабочих ВУК.

Настройка параллельно работающих ВУК с ручным включением заключается:

1) в проверке деления нагрузки параллельно работающих ВУК;

2) в проверке автоматического включения резервного ВУК при неисправности любого из рабочих ВУК.

XIV. ДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ ПАРАЛЛЕЛЬНО РАБОТАЮЩИХ ВУК

Рассмотрим случай деления нагрузки между тремя (максимальное количество) параллельно работающих ВУК.

Настройка деления нагрузки, как для ВУК с автоматическим включением на параллельную работу, так и для ВУК с ручным включением, одинакова, но имеется различие в следующем: выпрямители типа ВУК-90/25 и ВУК-170/13 должны делить нагрузку в диапазоне от 100 до 30÷35% максимального тока с разностью не более 10% максимального тока от наиболее и наименее нагруженного ВУК. Выпрямители для ВУК-36/60 и ВУК-320/7 должны делить нагрузку только в диапазоне 100—70% максимального тока ВУК, т. е. условия параллельной работы ВУК 36/60 и ВУК 320/7 легче, чем у ВУК 90/25 и ВУК 170/13.

Перед включением ВУК на параллельную работу необходимо:

1. Выходы «+» и «—» всех трех ВУК подключить к общей омической нагрузке.

2. На всех ВУК тумблеры B_2, B_8, B_5 установить в положение *1* (на ВУК-90/25 и 170/13 тумблер B_8 отсутствует), тумблеры B_6 и B_7 в положение *2*, тумблер B_4 в положение «Напряжение».

3. Ручки потенциометров R_{15} («Ток») и R_9 («Напряжение») установить на всех ВУК в крайнее левое положение.

4. Установить сопротивление нагрузки, соответствующее напряжению эксплуатации и максимальному току одного ВУК.

5. Тумблером B_3 включить ВУК № 1 и потенциометром R_9 установить напряжение на выходе ВУК, соответствующее напряжению эксплуатации. Затем ВУК № 1 выключить.

6. Поочередным включением остальных ВУК установить с помощью потенциометра R_9 на выходе каждого ВУК при одинаковой нагрузке такое же напряжение, как и на ВУК № 1.

7. В гнезда разъемов трех рядом установленных ВУК подключить соединительные шланги с вилками, которые должны быть включены в рабочий разъем $Ш_2$ (выходной разъем находится в верхней части ВУК, справа) и рабочий разъем $Ш_1$ соседнего ВУК (входной разъем находится в верхней части ВУК, слева).

8. На ВУК № 1 — ведущем — тумблеры B_2, B_8, B_5 установить в положение № 1, тумблеры B_6 и B_7 в положение № 2, тумблер B_4 в положение «Автоматика».

На ВУК № 2 и № 3 — ведомых — тумблеры B_5 и B_6 установить в положение № 1. Тумблеры B_2, B_7, B_8 в положение № 2. Тумблер B_4 — в положение «Автоматика» (см. таблицу 4 и 5ТО).

9. Тумблерами B_3 включить ВУК № 1 и ВУК № 2 и установить нагрузку, не превышающую максимальный ток на каждом из двух ВУК.

Настройка равномерного деления нагрузки осуществляется регулировкой потенциометров R_9 (напряжение) и сопротивлений R_{22}.

На менее нагруженном ВУК потенциометр следует вращать вправо, а на более нагруженном — влево.

При выравнивании токов потенциометрами одновременно с перераспределением токов изменяется и напряжение на нагрузке. Поэтому при настройке токов следует пользоваться потенциометрами двух ВУК с учетом сохранения заданного напряжения на выходе ВУК.

Если при максимальной 200-процентной нагрузке два параллельно включенных ВУК делят нагрузку между собой поровну, а при минимальной величина тока нагрузки, например, на ведомом ВУК, меньше, чем на ведущем, то сопротивлением R_{22} ведомого ВУК устанавливается нагрузка на ведомом ВУК еще меньше. Затем снова увеличивается нагрузка на два ВУК до максимального и потенциометрами R_9 выравнивается деление нагрузки между ВУК.

Если при уменьшении нагрузки окажется, что:

а) на ведомом ВУК величина все еще меньше, чем на ведущем, то сопротивлением R_{22} ведомого ВУК следует еще больше ее уменьшить;

б) на ведомом ВУК величина нагрузки больше, чем на ведущем, то сопротивлением R_{22} ведомого ВУК следует еще больше увеличить ее.

Затем при увеличении нагрузки до максимальной на каждом из ВУК выравнять потенциометрами R_9 токи нагрузки и снова проверить деление при уменьшении нагрузки. Одновременно с делением нагрузки следует проверить и стабилизацию выходного напряжения. Точность стабилизации выходного напряжения параллельно включенных ВУК должна составлять не более 4% от установленной величины (см. главу IX данной инструкции).

10. Тумблером B_3 ВУК № 3 к двум работающим ВУК № 1 и ВУК № 2 при максимальной нагрузке на каждом подключается ВУК № 3. Сопротивлением R_{22}, установленным на панели реле ВУК № 3, выравнивают токи нагрузки между ВУК № 2 и ВУК № 3 (не обращая внимания на ток нагрузки ВУК № 1). Неравномерность токов нагрузки между ВУК № 1, ВУК № 2 и ВУК № 3 выравнивается потенциометром R_9 ВУК № 3, при этом положение потенциометров R_3 ВУК № 1 и ВУК № 2 не должно изменяться, так как эти потенциометры при настройке деления нагрузки между ВУК № 1 и ВУК № 2 установлены в такое положение, которое обеспечивает равномерное деление нагрузки между этими ВУК.

При вращении потенциометра R_9 ВУК № 3 вправо ток нагрузки ВУК № 1 будет уменьшаться, в то же время ток нагрузки ВУК № 2 и ВУК № 3 будет увеличиваться.

Ток нагрузки ведомых ВУК № 2 и ВУК № 3 был выравнен ранее сопротивлением R_{22} ВУК № 3, и поэтому при вращении потенциометра R_9 ВУК № 3 амперметры ВУК № 2 и ВУК № 3 будут показывать одинаковые величины тока.

11. Установить максимальную нагрузку на всех трех ВУК, проверить равномерность распределения нагрузки при изменении нагрузки на каждом из ВУК от 100 до 30% и стабилизацию выходного напряжения.

Примечания. 1. После настройки равномерного деления нагрузки между ВУК потенциометры R_9 («Напряжение») оставить в положении, соответствующем настройке.

2. По пп. 1—9 данного раздела настраивать деление нагрузки между двумя параллельно работающими ВУК и зафиксировать стопором.

XV. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ ВУК-90/25 И ВУК-170/13 ПРИ ИХ РАБОТЕ НА ОБЩУЮ НАГРУЗКУ

Рассмотрим случай работы ВУК на общую нагрузку, когда в режиме стабилизации напряжения в зависимости от величины нагрузки автоматически подключаются и работают три ВУК, а четвертое работает как резервное.

Первоначальное включение ВУК происходит всегда в режиме стабилизации тока с автоматическим подключением четвертого резервного ВУК на время заряда батареи. При повышении напряжения на батарее до заранее заданной величины происходит автоматический переход работы выпря-

мителя из режима стабилизации тока в режим стабилизации напряжения.

1. В рабочие разъемы четырех ВУК вставляются соединительные шланги с вилками.

2. На всех ВУК тумблеры B_4 устанавливаются в положение «Ток», все остальные тумблеры устанавливаются в положение, соответствующее ведущему ВУК (см. описание, табл. 4, 5).

3. Выходы «+» и «—» всех четырех ВУК подключаются к общей омической нагрузке.

4. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее 75% максимального тока и напряжению эксплуатации в буферном режиме.

5. Включается ВУК № 1 и потенциометром R_{15} («Ток») устанавливается ток, соответствующий 75% максимального при напряжении эксплуатации буферного режима. Потенциометр R_{15} следует оставить в установленном положении, а ВУК № 1 выключить.

6. Поочередно включая остальные ВУК потенциометрами R_{15}, на каждом ВУК устанавливают параметры по п. 5 данного раздела.

7. Тумблеры на всех ВУК устанавливают в соответствии с их положением при параллельной работе (табл. 4, 5ТО). Тумблер B_4 на ведущем ВУК устанавливается в положение «Автоматика».

8. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее 75% максимального тока, умноженного на количество параллельно работающих ВУК при напряжении низшего предела буферного режима для всех параллельно включенных ВУК.

9. Тумблером B_3 включается ВУК № 1. При этом должны автоматически включиться на параллельную работу в режиме стабилизации тока все ВУК, включая резервное, с равномерным распределением нагрузки на всех ВУК.

При неравномерном распределении нагрузки нагрузка на ВУК, отличающаяся от нагрузки на другие ВУК, корректируется с помощью потенциометра R_{15}.

10. Сопротивление, на которое нагружены выпрямители, увеличивается до тех пор, пока не срабатывает реле *Рр*, а следовательно, и *Рпп* ведущего ВУК (при увеличении сопротивления выходное напряжение ВУК возрастает).

Три ВУК переходят в режим стабилизации напряжения, четвертое (резервное) ВУК выключается.

При этом нагрузка на трех рабочих ВУК должна распределяться равномерно и не должна превышать максимальный ток нагрузки каждого ВУК.

Примечание. Параллельная работа ВУК-320/7 и ВУК-36/60 в режиме стабилизации напряжения осуществляется включением заранее тумблеров B_3 на каждом ВУК.

11. Плавно производится сброс общей нагрузки до 35—30% максимального тока на каждом ВУК. При такой величине нагрузки должно отключиться ВУК № 3.

При включении ВУК № 3 нагрузка на двух оставшихся рабочих ВУК увеличивается до 45—50% максимального тока.

12. Производится дальнейший сброс нагрузки до 35—30% на каждом ВУК. При таком значении тока нагрузки ВУК № 2 должно выключиться. В работе остается только ведущее ВУК с нагрузкой 70—60%.

13. Увеличивают нагрузку до 90—100% максимального тока, при этом включается ВУК № 2, а нагрузка двух включенных ВУК будет равна примерно 50%.

При дальнейшем увеличении нагрузки до 180—200% (90—100% на каждом ВУК) должно включиться ВУК № 3, и нагрузка на каждом ВУК уменьшится до 60—70%. Если нагрузку увеличить до 270—300% (до 100% на каждом ВУК), должно включиться ВУК № 4.

14. Сброс и увеличение нагрузки следует повторить два—три раза, чтобы убедиться в четкой работе автоматического подключения и выключения параллельно работающих ВУК.

Примечания. 1. Если режимом работы не предусматривается использование четвертого ВУК в режиме стабилизации тока, то в этом случае тумблер B_6 устанавливается в положение 2.

2. Для улучшения энергетических показателей ($\cos\varphi$) и устранения возможных резонансных колебаний при параллельной работе ВУК тумблеры B_2 на всех ведомых ВУК должны быть включены. Если на ведущем ВУК нагрузка не будет сбрасываться ниже $10 \div 15\%$, то тумблер B_2 на нем также следует выключить.

XVI. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ РЕЗЕРВНОГО ВУК ВМЕСТО ОДНОГО ИЗ РАБОЧИХ

Рассмотрим случай, когда на общую омическую нагрузку работают в режиме стабилизации напряжения три ВУК с

нагрузкой 60÷70% на каждом выпрямителе, четвертое, резервное ВУК предназначено для включения вместо любого выключенного неисправного выпрямителя.

Для имитации неисправностей ведомого ВУК необходимо вынуть сигнальную вставку любого из предохранителей $Пр_1$, $Пр_2$, $Пр_3$, $Пр_4$, $Пр_5$, $Пр_9$ у одного из работающих ВУК.

При этом ВУК, у которого вынули предохранитель, выключится, а нагрузка на двух оставшихся в работе ВУК увеличится до 90÷100% на каждом и включается четвертое ВУК.

Автоматическое управление четвертым ВУК (у ВУК-90/25 и 170/13) осуществляется контактами реле *Ртр*, которое срабатывает у выключенного выпрямителя.

Для имитации неисправности ведущего ВУК № 1 необходимо вынуть сигнальную вставку любого из предохранителей $Пр_1$, $Пр_2$, $Пр_3$, $Пр_4$, $Пр_5$, $Пр_9$ у ведущего выпрямителя. При этом автоматически ведущим становится ВУК № 2, у которого должно срабатывать реле *Ру*.

Режим параллельно работающих ВУК при замене ведущего выпрямителя не изменяется.

XVII. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВВОД РЕЗЕРВА И АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ РЕЗЕРВНОГО ВУК НА ВРЕМЯ ПОДЗАРЯДА БАТАРЕИ

При работе на нагрузку одного рабочего выпрямителя в системе электропитающей установки второй выпрямитель может быть использован:

а) как резервный с автоматическим подключением для питания нагрузки вместо основного в случае его повреждения;

б) как резервный с автоматическим подключением на параллельную работу с рабочим ВУК только для подзаряда батареи в режиме стабилизации тока и выключением при переходе рабочего ВУК в режим стабилизации напряжения.

Перед включением ВУК на указанные режимы работы каждое ВУК должно быть проверено и настроено на активной нагрузке (см. разделы V—XI).

1. Положение тумблеров на рабочем и резервном ВУК должно соответствовать таблицам 4 и 5 описания.

2. Сопротивление нагрузки устанавливается соответственно максимальному току выпрямителя и напряжению эксплуатации.

3. Включается рабочее ВУК, и потенциометром R_{15} («Ток») устанавливается максимальный ток при напряжении, соответствующем номинальному напряжению эксплуатации, затем рабочее ВУК выключается.

4. Включается резервное ВУК. Потенциометром R_{15} устанавливаются параметры ВУК (см. п. 3 данного раздела), и ВУК выключается.

5. В рабочие разъемы между ВУК № 1 (рабочий) и ВУК № 2 (резервный) подключается соединительный шнур.

6. Устанавливается сопротивление нагрузки, соответствующее 200% максимального тока для двух параллельно включенных ВУК и нижнему пределу напряжения буферного режима.

7. Тумблером B_3 включается рабочее ВУК. При этом два ВУК должны включиться в режиме стабилизации тока. При неравномерном распределении нагрузки между двумя ВУК необходимо скорректировать нагрузки потенциометрами R_{15}.

8. Сопротивление общей нагрузки следует увеличить до величины, соответствующей максимальному току одного ВУК. В результате рабочее ВУК перейдет в режим стабилизации напряжения, а резервное выключится.

9. Для проверки автоматического подключения резервного ВУК при выключении рабочего ВУК следует вынуть сигнальную вставку любого из предохранителей, кроме $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_8$ на рабочем ВУК. В результате рабочее ВУК выключится, а резервное ВУК включится.

XVIII. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОСНОВНЫХ ЦЕПЕЙ ВУК

В табл. 5 и 6 приводятся напряжения и токи в основных цепях настроенного ВУК при номинальном напряжении сети 220 и 380*в*, выходном напряжении, соответствующем верхнему пределу напряжения буферного режима, и максимальном токе нагрузки.

Таблица 5

Примерные электрические параметры основных цепей ВУК-36/60 и 320/7

Наименование элемента. Обозначение в схеме / монтажный №	Наименование цепи	Номера клемм	Род измеряемого тока	Напряжение	Ток
Дроссель	Токовая обмотка	1—8 2—7 3—6	Переменный	115—125 *в*	5,3÷6,3 *а*
ДрУ	Обмотка ГОП	4—5	Постоянный		0,9—1,1 *а*
Дроссель балластный $ДрБ_1$, $ДрБ_2$, $ДрБ_3$		1—2	Переменный		0,9—1 *а*
Силовой трансформатор *ТрС*	Первичная обмотка	3—7 2—8 1—9	Переменный	148—158 *в*	5,0÷6,0 *а*

Таблица 6

Примерные электрические параметры основных цепей ВУК-90/25 и ВУК-170/13

Наименование элемента. Обозначение в схеме / монтажный №	Наименование цепи	Номера клемм	Род измеряемого тока	Напряжение, *в*		Ток, *а*	
				I режим	II режим	I режим	II режим
Дроссель *ДрУ*	Токовая обмотка	1—8 2—7 3—6	Переменный	105÷130	115÷135	4,5÷5,5	5,6÷6
	Обмотка ГОП	4—5	Постоянный			0,7÷0,9	0,8÷1
Дроссель балластный $ДрБ_1$, $ДрБ_2$, $ДрБ_3$		I—II	Переменный			0,9÷1	
Силовой трансформатор *ТрС*	Первичная обмотка	3—7 2—8 1—9	»		145÷160	4,5÷5,5	

XIX. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Проверенные и настроенные в соответствии с инструкцией выпрямительные устройства (ВУК) не требуют постоянного обслуживания или непрерывного дежурства.

Эксплуатация ВУК предусматривает профилактический ремонт нормально действующих ВУК и устранение неисправностей, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации.

1. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ РЕМОНТ ВУК

Работающие ВУК практически являются необслуживаемыми устройствами. Установленные режимы работы ВУК не требуют периодической регулировки, за исключением случаев, когда изменяется режим питания аппаратуры, обслуживаемой ВУК (изменение заданной величины стабилизированного напряжения или изменение величины нагрузки питания в связи с изменением количества параллельно работающих ВУК). Поэтому настройка ВУК потенциометрами в процессе эксплуатации не производится.

Профилактический ремонт предусматривает:

1. Периодическую очистку ВУК от пыли. Очистка от пыли должна производиться пылесосом, очистка контактов реле—общеустановленным способом.

Период очистки ВУК от пыли устанавливается внутренней инструкцией по эксплуатации в зависимости от местных условий. Необходимо тщательно следить за тем, чтобы при очистке от пыли не нарушался монтаж и контактные соединения.

2. Периодическую очистку токопроводящих контактов контакторов от подгорания. При отсутствии следов подгорания контакты протираются тряпкой, смоченной спиртом; при наличии следов подгорания контакты очищаются самой мелкой стеклянной бумагой (№ 00) и протираются спиртом. Чистка контактов контакторов производится обычно при очистке ВУК от пыли или когда замечено подгорание контактов.

3. Проверку и подтяжку (раз в шесть месяцев) болтовых соединений действующих ВУК. Болты и гайки должны поджиматься ключами соответствующих размеров для обеспечения плотного крепления аппаратуры и создания плотных токопроводящих контактов.

4. Смену сигнальных лампочек и плавких вставок сигнальных предохранителей только при их перегорании.

5. Контроль измерительных приборов производится в соответствии с общей инструкцией контроля измерительных приборов.

2. УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВУК

ВУК имеют автоматическую защиту от коротких замыканий, перегрузок и перенапряжений в основных цепях и в цепях управления и сигнализации.

При неисправностях самих ВУК или цепей питания аппаратуры выключаются одно или все ВУК. При выключении ВУК на световом табло загорается сигнальная лампа выключенного ВУК, звенит звонок в щите переменного тока ЩПТ, подается звуковой и световой сигналы «Авария», дублирующиеся на специальном табло ТОС в помещении дежурного (например, в линейном аппаратном цехе). При получении сигнала дежурный должен выяснить причину повреждения ВУК и принять меры к восстановлению поврежденного ВУК. При повреждении одного выпрямителя автоматически включается резервное ВУК.

При повреждении на сборных шинах или вводном оборудования ВУК нельзя включить до устранения повреждения.

XX. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

(ВУК работает на активную нагрузку)

Возможные неисправности	Возможные причины неисправностей	Способ обнаружения и устранения неисправностей
1	2	3
Включение ВУК, система защиты, сигнализация		
1. При включении тумлера B_3 выпрямитель не включается. При этом загорается сигнальная лампа $Л_3$ на световом табло «Предохранитель»	1. а) Сгорела сигнальная вставка предохранителя $Пр_1$, 2, 3, 4, 5	1. а) Вынуть сигнальную вставку с выступающим стержнем и зарядить предохранитель. Выяснить причину сгорания предохранителя

1	2	3
	б) штифт сигнальной вставки предохранителя $Пр_1$, 2, 3, 4, 5 не отжал контактной пластины или сигнальная вставка вставлена в гнездах не до упора	б) вставить последовательно каждую сигнальную вставку до упора, при этом сигнальная лампа $Л_3$ должна погаснуть
2. То же, но сигнальная лампа $Л_3$ на световом табло «Предохранитель» не горит	2. а) Обрыв в цепи катушек контактов контакторов *Рп* или *Рт*, в цепи реле *Рв*	2. а) Прозвонить цепи, устранить обрыв
	б) неисправность выпрямительного мостика $Д_4$ на панели реле	б) заменить неисправные диоды
	в) сгорела нить одного из сигнальных предохранителей $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_8$, $Пр_{10}$	в) перезарядить неисправный предохранитель. Выяснить причину сгорания
	г) разрегулированы контакты реле *Рв* в цепях катушек контакторов и контакты реле $Рс_1$ и $Рс_2$ в цепи реле *Рв*	г) отрегулировать контакты реле
3. То же, но не горят сигнальные лампы $Л_3$, $Л_4$ на световых табло	3. Сгорела нить сигнального предохранителя $Пр_9$	3. Перезарядить предохранитель $Пр_9$, выяснить причину сгорания
4. Выпрямитель включается, но сразу же автоматически выключается. При этом загорается сигнальная лампа $Л_4$ на световом табло «Защита»	4. а) Защита от перегрузки по току, ограничение или защита от перенапряжения разрегулированы	4. а) Произвести настройку защиты согласно инструкции
	б) ручка потенциометра R_9 («Напряжение») слишком повернута вправо	б) повернуть ручку потенциометра R_9 влево

1	2	3
	в) перенапряжение на выходе выпрямителя при полностью выключенной нагрузке. При этом в момент включения стрелка вольтметра уходит за шкалу, а стрелка амперметра стоит на 0	в) проверить наличие нагрузки и обрыва в цепи нагрузки
	г) ручка потенциометра R_{15} («Ток») слишком повернута вправо при малой активной нагрузке на выходе ВУК	г) повернуть ручку потенциометра R_{15} влево
	д) неисправен полупроводниковый стабилизатор (стабилизатор не закрывается)	д) вынуть стабилизатор из выпрямителя и подсоединить его к выпрямителю через удлинительный шланг
		Проложить изоляционные прокладки между якорем и сердечником реле $Рм_{31}$, $Рм_{32}$ и $Р_{макс}$.
		Включить амперметр (3—5*а*) в цепь обмотки *ГОП*. Включить выпрямитель, если ток через обмотку ГОП равен 1,8—2,5 *а*, и при вращении ручки потенциометра R_9 («Напряжение») влево не уменьшается, необходимо произвести индивидуальное включение (подать напряжение питания и напряжение входа) и проверку работы полупроводникового стабилизатора по инструкции 2Д3.233.005И

1	2	3
5. При включении ВУК напряжение и ток выпрямителя на выходе низкие и потенциометрами R_9 и R_{15} в соответствующих режимах не регулируются	5. а) Обрыв в цепи обмотки ГОП дросселя насыщения б) разрегулировано ограничение	5. а) Устранить обрыв б) произвести настройку ограничения
6. Защита от перегрузки **по току $Рм_{32}$ не срабатывает** при перегрузке	6. а) Обрыв в цепи защиты по току $Рм_{32}$ б) неисправность выпрямительных мостиков в) контакты реле $Рм_{32}$, $Рс_1$ разрегулированы г) неисправен конденсатор C_6 (его сопротивление равно 0)	6. а) Найти обрыв и **устранить** б) **неисправные мостики заменить** в) отрегулировать контакты реле $Рм_{32}$, $Рс_1$ г) заменить конденсатор C_6
7. Защита от перенапряжения не срабатывает	7. а) Обрыв в цепи защиты от перенапряжения б) разрегулированы контакты реле $Р_{макс}$, $Рс_1$	7. а) Найти обрыв и устранить б) отрегулировать контакты реле $Р_{макс}$ $Рс_1$
8. Защита срабатывает, но не горит сигнальная лампа $Л_1$ на световом табло «Защита»	8. а) Сгорела сигнальная лампа $Л_1$ или обрыв в ее цепи б) контакты реле $Рс_1$ *(11—12)* не замыкаются при срабатывании реле $Рс_1$	8. а) Заменить лампу запасной, устранить обрыв б) отрегулировать контакты реле $Рс_1$
9. Выпрямитель выключился и не включается, горит сигнальная лампа $Л_3$ и сгорел предохранитель $Пр_1$	9. Отсутствует одна из фаз в силовой цепи ВУК, на входе ВУК нарушен контакт в ноже ремонтного разъединителя $В_1$ или в контакторе переменного тока $Рт$.	9. Проверить фазы, устранить нарушение, перезарядить предохранитель $Пр_1$
10. Выпрямитель включается и сразу автоматически выключается при токе, не превышающем номинальное значение. Горит сигнальная лампа $Л_4$ на световом табло «Защита»	10. а) Обрыв в цепи конденсатора C_6 б) пробит конденсатор C_6	10. а) Устранить обрыв б) заменить неисправный конденсатор

2	2	3
Система режимов работы ВУК		
1. При установке тумблера B_4 в положение «Автоматика» ВУК не переключается в режим стабилизации напряжения при заданном напряжении	1. Разрегулирована настройка системы автоматического перехода режимов.	1. Произвести настройку сопротивлением R_7 согласно инструкции
2. То же, но при регулировке потенциометром R_7 реле *Рр* и *Рпп* не срабатывают, и ВУК не переходит в режим стабилизации напряжения	2. Обрыв в цепи реле *Рр*	2. Устранить обрыв
3. То же, но реле *Рр* срабатывает, а реле *Рпп* не срабатывает	3. а) Пробит конденсатор C_7 (его сопротивление равно 0)	3. а) Заменить конденсатор C_7
	б) обрыв в цепи реле *Рпп*	б) устранить обрыв
	в) разрегулированы контакты реле *Рр* (*12—13*) и контакты реле *Ру* (*32—33, 24—25*)	в) отрегулировать контакты реле *Рр* и *Ру*
Режим автоматической стабилизации тока и напряжения		
1 Установленное значение выпрямленного напряжения не стабилизируется в заданных пределах при изменении напряжения сети и нагрузки	1. а) Ассиметрия переменного напряжения на входе диодной рамы более 5% из-за нарушения цепи в силовой части ВУК или из-за пробоя диодов в плечах выпрямительного моста диодной рамы	1. а) Прозвонить силовую часть схемы, выявить неисправность участка и устранить. Методом сравнительных замеров напряжений в плечах выпрямительного моста выявить неисправный участок, заменить неисправные диоды
	б) неисправна схема фильтра, на вход полупроводникового стабилизатора поступает напряжение с большой пульсацией	б) прозвонить схему фильтра, найти обрыв

1	2	3
	в) неисправен полупроводниковый стабилизатор	в) вынуть стабилизатор из выпрямителя. Произвести индивидуальное включение и проверку работы полупроводникового стабилизатора по инструкции 2д3.233.005И
2. При включении ВУК в режим стабилизации тока напряжение на выходе выпрямителя превышает требуемое без регулировки потенциометром R_{15}	2. Мала нагрузка на выходе ВУК	2. Увеличить нагрузку или ручку потенциометра R_{15} повернуть влево
Параллельная работа ВУК		
1. Выпрямители не делят нагрузку	1. а) Нарушена настройка потенциометров R_9 и сопротивлений R_{22}	1. а) Произвести настройку равномерного деления нагрузки потенциометрами R_9 и сопротивлениями R_{22} согласно инструкции (см. раздел XIV).
	б) плохо подобраны по падению напряжения опорные диоды $Д_{19}$ и $Д_{20}$ у трех параллельно работающих ВУК	б) измерить высокоомным вольтметром падение напряжения на опорных диодах $Д_{19}$ и $Д_{20}$, которое должно быть 18÷18, 1 *в*. Если напряжение на опорных диодах у трех параллельно работающих ВУК отличается более чем на 0,1 *в*, то заменить опорные диоды подобранными по инструкции 2д3.233.005И
	в) обрыв в цепях параллельной работы	в) устранить обрыв

1	2	3
	г) неисправность выпрямительного моста $Д_9$ на одном из параллельно включенных ВУК	г) заменить неисправный мостик
	д) нет контакта между гнездами разъемов ВУК и вилками соединительных шнуров рядом установленных ВУК	д) вставить вилки соединительных шнуров до упора. Отрегулировать контактные соединения в разъемах.
	е) разрегулированы контакты реле *Ру* (*34—35, 11—12—13; 21—22 23*)	е) отрегулировать контакты реле *Ру*
2. Выпрямители автоматически не включаются на параллельную работу при возрастании тока нагрузки до 90 или более % на каждом ВУК. Реле $Рп_2$ и $Рп_1$ срабатывают	2. а) Обрыв в цепи реле *Рв* соседнего ВУК	2. а) Прозвонить цепи, устранить обрыв
	б) нет контакта между гнездами разъемов ВУК и вилками соединительных шнуров рядом установленных ВУК	б) вставить вилки соединительных шнуров до упора, отрегулировать контактные соединения гнезд разъемов
	в) неправильно произведена установка тумблеров	в) установить тумблеры согласно описанию табл. 4, 5
	г) контакты реле $Рп_1$, $Рп_2$ разрегулированы и не замыкаются при срабатывании этих реле	г) отрегулировать контакты
3. То же, но реле $Рп_2$ и $Рп_1$ не срабатывают	3. а) Обрыв в цепи питания реле $Рп_2$ и $Рп_1$	3. а) Устранить обрыв
	б) повреждение выпрямительного мостика $Д_{16}$	б) заменить мостик
4. То же, но реле $Рп_2$ сработало, а реле $Рп_1$ не сработало	4. Нарушена настройка сопротивления R_{26} на панели реле	4. Произвести настройку срабатывания реле $Рп_1$ регулировкой сопротивления R_{26} согласно инструкции.

1	2	3
5. При уменьшении тока нагрузки параллельно работающих ВУК до 35—30% на каждом ВУК последний выпрямитель не выключается	5. Нарушена регулировка порога отпускания реле $Рп_2$ на панели реле последнего ВУК и на панели реле соседнего с последним выпрямителем	5. Произвести регулировку порога отпускания реле $Рп_2$ согласно инструкции
6. При уменьшении тока нагрузки параллельно работающих ВУК до 35—30% выключаются одновременно два выпрямителя	6. а) Обрыв в цепи реле *Ра* или в цепи конденсатора C_8 на панели реле соседнего с последним выпрямителем	6. а) Устранить обрыв
	б) поврежден конденсатор C_8	б) заменить поврежденный конденсатор C_8
	в) разрегулирован контакт реле *Ра* (*12—11*)	в) отрегулировать контакт
7. При переходе ведущего ВУК в режим стабилизации напряжения остальные параллельно работающие ВУК или одно последнее ВУК остаются в режиме стабилизации тока	7. а) Обрыв в цепи одновременного перехода режимов	а) Устранить обрыв
	б) нет контакта между гнездами разъемов ВУК и вилками соединительных шнуров рядом установленных ВУК	б) вставить вилки соединительных шнуров до упора. Отрегулировать контактные соединения гнезд разъемов
	в) разрегулирован контакт реле *Рпп* (*34—35*)	в) отрегулировать контакты *Рпп*
8. При увеличении нагрузки в режиме стабилизации напряжения автоматически включается и тут же выключается ведомое ВУК (неоднократное повторение)	8. а) Обрыв в цепи контактов реле *Ра* и и $Рп_2$ ведомого ВУК, шунтирующих контакты реле $Рп_1$ и $Рп_2$ ведущего ВУК	8. а) Прозвонить цепи, устранить обрыв
	б) реле $Рп_2$ ведомого ВУК не срабатывает	б) реле $Рп_2$ ведомого ВУК настроить на срабатывание при $I_н = 45 \div 50\%$
		в) отрегулировать контакты реле *Ра* и $Рп_2$

1	2	3
9. В определенном режиме у параллельно работающих ВУК наблюдаются небольшие неуспокаивающиеся изменения напряжения и тока (качания)	9. а) Не выключены балластные дроссели на ведомых ВУК	9. а) На ведомых ВУК выключить балластные дроссели с помощью тумблера B_2
	б) неправильно установлена величина сопротивления R_1	б) установить оптимальную величину сопротивления R_1, при которой качания совсем пропадают

Примечание. При неисправности одного из ведомых ВУК, например, ВУК № 2, и необходимости его ремонта на месте или замены другим ВУК включается ремонтный разъединитель и для обхода неисправного ВУК с помощью разъемов последовательно включается шланг параллельной работы ВУК 2д4.853.019 и шланг для проверки полупроводникового стабилизатора вне ВУК 2д4.853.027 (искусственно удлиненный шланг) подключается в рабочий разъем Ш2 ВУК № 1 и Ш1 ВУК № 3.

XXI. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ВУК С ВЫПРЯМИТЕЛЯМИ ТИПА ВУ МОЩНОСТЬЮ 2 КВТ

Выпрямительное устройство ВУК мощностью 2 *квт* могут работать совместно на общую нагрузку с выпрямительными устройствами типа ВУ той же мощности. Необходимым условием нормальной совместной работы является то, чтобы первыми в цепи выпрямителей стояли выпрямители типа ВУ.

ВАРИАНТЫ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ

1. Выпрямители № 1 и № 2—типа ВУ; выпрямители № 3 и № 4 — типа ВУК.
2. Выпрямители № 1, № 2, № 3 — типа ВУ; выпрямитель № 4 — типа ВУК.

Для 1 и 2 вариантов — 3 рабочих и один резервный.

3. Выпрямители № 1, № 2 — типа ВУ; выпрямитель № 3 — типа ВУК.
4. Выпрямитель № 1 — типа ВУ; выпрямители № 2 и № 3 — типа ВУК.

Для 3 и 4 вариантов — 2 рабочих и один резервный.

5. Рабочий выпрямитель — типа ВУ; резервный выпрямитель — типа ВУК.

НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ВУ С ВУК

1. Для выпрямителей с автоматическим включением на параллельную работу:

на выпрямителе типа ВУ, стоящем рядом с выпрямителем типа ВУК (например вариант 1 у ВУ № 2), отсоединить конец, подходящий к ламели *1* разъема *132* и дать перемычку с плюса вольтметра ВУ на ламель *1* разъема *132*.

2. Для выпрямителей с ручным включением на параллельную работу: дать перемычку с плюса вольтметра ВУ на ламель *3* разъема *132*.

3. Все параллельно работающие выпрямители, в том числе и резервный, соединяются друг с другом соединительными шлангами.

4. Тумблеры на выпрямителях устанавливаются в соответствии с таблицей на двери ВУ и ВУК.

При совместной параллельной работе указанных выше типов выпрямителей все автоматические операции, предусмотренные для выпрямителей типа ВУ, сохраняются.

Если в случае неисправности выключится ведущее ВУ, то оставшиеся в работе ведомые ВУ или ВУК будут работать в режиме тока.

При работе выпрямителей ВУ-320/6 и ВУ-36/60 с ВУК-320/7 и ВУК-36/60 по варианту 5 у резервного ВУК тумблер B_8 включения реле *Ру* должен быть включен.

При работе выпрямителей ВУ-93/22 и ВУ-170/11 с ВУК-90/25 и ВУК-170/13 по варианту 5 необходимо перед включением у резервного ВУК замкнуть накоротко ламели *14* и *5* разъема *Ш*1. В этом случае, т. е. при совместной работе выпрямителей по варианту 5, при повреждении рабочего выпрямителя по цепочке: контакты тумблера $Тб_6$ и н. о. контакты реле $Рс_1$ и $Рс_2$ рабочего выпрямителя срабатывают реле *Рв* и *Ру* резервного выпрямителя. Резервное *ВУ* включается как ведущее на нагрузку.

В случае работы резервного ВУК в режиме тока на время заряда и подзаряда батареи реле *Рр* резервного ВУК настраивается на срабатывание на то же напряжение, что и реле *Рр* рабочего ВУ. Если реле *Рр* рабочего ВУ сработает раньше, чем реле *Рр* резервного ВУК, то резервный выпрямитель

после перехода рабочего в режим стабилизации напряжения выключится.

Если реле *Рр* резервного ВУК сработает раньше, чем реле *Рр* рабочего, то резервный выпрямитель перейдет в режим стабилизации напряжения и будет находиться включенным до тех пор, пока не сработает реле *Рр* рабочего выпрямителя.

СТАБИЛИЗАТОР ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ТИПА СПВ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Стабилизатор — усилитель постоянного тока УПТ работает в выпрямительных устройствах типа ВУК и предназначен следить за напряжением на выходе ВУК в режиме стабилизации напряжения или за величиной выходного тока ВУК в режиме стабилизации тока.

Усилитель изменяет величину тока в обмотке подмагничивания дросселя насыщения, обеспечивая стабилизацию напряжения или тока на выходе ВУК.

II. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Питание стабилизатора осуществляется от трехфазного маломощного трансформатора через выпрямительный мост, включенный по схеме Ларионова и обеспечивающий малую величину напряжения пульсации, что позволяет не применять фильтры в цепи питания.

Усилитель обеспечивает коэффициент усиления по напряжению KV не менее 75.

Максимальная выходная мощность усилителя:

$$P' = V_н \cdot I_н = 18 \times 1{,}8 \approx 32 \text{ вт}.$$

III. ОПИСАНИЕ СХЕМЫ
(схема № 2д3.233.005 СХЭ)

Схема стабилизатора выполнена на базе 3-каскадного усилителя постоянного тока на пяти транзисторах. Нагрузкой

третьего каскада (выходного) служит обмотка подмагничивания дросселя насыщения ГОП.

В качестве элементов опорного напряжения в усилителе применяются кремниевые стабилитроны $Д_{19}$ и $Д_{20}$ типа Д809.

Первый каскад усилителя выполнен по схеме составного триода на кремниевых триодах $ПП_1$ и $ПП_2$ типа МП105, второй на триоде $ПП_3$ типа П213Б, третий на двух параллельно включенных триодах $ПП_4$ и $ПП_5$ типа П217В.

Для согласования работы усилителя в разных температурных режимах уменьшено напряжение питания второго каскада на 1 *в*, а третьего на 2 *в*, включением в цепь эмиттера этих каскадов диодов $Д_{21}$—типа Д226Г и $Д_{23}$, $Д_{24}$ типа Д242Б.

В целях выравнивания токов, проходящих через триоды П217В, имеющие разброс по параметрам, в цепь эмиттера каждого триода включается низкоомное сопротивление R_{34}, R_{35} величиной 1 *ом*.

Для защиты цепей усилителя от переменной составляющей напряжения, которая при определенных условиях режима работы ВУК может появиться в обмотке подмагничивания дросселя насыщения, устанавливается диод $Д_{22}$ типа Д242Б.

Для устранения возможных автоколебаний и согласования постоянной времени усилителя с дросселем насыщения в схеме ВУК применена отрицательная обратная связь. Напряжение отрицательной обратной связи подается на базу триода МП105 первого каскада через ламели *5—9* разъема *Ш*3.

Напряжение на вход усилителя подается на ламели *1—3* разъема *Ш*3, т. е. на делитель, состоящий из двух стабилитронов $Д_{19}$ и $Д_{20}$ и двух сопротивлений R_{29} и R_{30} (плюсом на сопротивление R_{29}).

При увеличении напряжения на входе усилителя из-за нелинейности опорных диодов резко увеличивается напряжение смещения на сопротивлении R_{29} первого каскада. Триоды первого каскада открываются, триоды второго и третьего каскадов закрываются, в обмотку подмагничивания ГОП дросселя *ДрУ* поступает уменьшенный ток.

При уменьшении напряжения на входе усилителя триоды первого каскада закрываются, а триоды второго и третьего каскадов открываются, и в обмотку ГОП поступает ток большей величины. Таким образом осуществляется при помощи УПТ автоматическая стабилизация напряжения или тока на выходе ВУК при изменении напряжения сети и тока нагрузки.

Схемой выпрямителя предусмотрено ограничение выходного тока, которое осуществляется при помощи трансформатора тока. Напряжение с трансформатора тока подается на выпрямительный мостик, а с выпрямительного мостика на ламели *I—II* разъема *Ш*3 стабилизатора.

При увеличении выходного тока ВУК увеличивается выходное напряжение трансформатора тока, начинает протекать ток через диод $Д_{17}$, стабилитрон $Д_{18}$ и сопротивление смещения первого каскада R_{29}. При протекании дополнительного тока через сопротивление R_{29} увеличивается напряжение смещения первого каскада усилителя, и триод первого каскада больше открывается, а триоды второго и третьего каскадов закрываются.

IV. КОНСТРУКЦИЯ

Конструктивно стабилизатор выполнен в виде отдельного выдвижного блока, заканчивающегося гибким шлангом с разъемной колодкой.

Габаритные размеры блока — 120×160×300 *мм*; внутри блока установлены две платы, на которых размещены детали первого и второго каскадов стабилизатора.

Диоды $Д_{22}$, $Д_{23}$, $Д_{24}$ установлены на радиаторах и расположены в легкодоступном месте между платами.

Триоды выходного каскада усилителя $ПП_4$ и $ПП_5$ устанавливаются на ребристых радиаторах и расположены в задней части блока.

Сопротивления R_{34} и R_{35} располагаются в средней части блока рядом с ребристыми радиаторами.

Блок стабилизатора в выпрямительном устройстве типа ВУК устанавливается в нижней части шкафа и закрепляется двумя винтами с лицевой стороны блока. Гибкий шланг с разъемной колодкой вставляется в гнездо, находящееся в нижней части шкафа ВУК.

Стабилизатор выполняется как отдельное изделие и может быть использован для оперативной замены неисправного стабилизатора в системе электропитания из выпрямителей типа ВУК.

ИНСТРУКЦИЯ ПО НАСТРОЙКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАБИЛИЗАТОРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТИПА СПВ

I. ПОДБОР ОПОРНЫХ ДИОДОВ

На всех выпускаемых стабилизаторах для выпрямителей типа ВУК суммарное падение напряжения на опорных диодах $Д_{19}$, $Д_{20}$ должно быть одинаковым—18,0÷18,1 *в*.

Перед установкой опорных диодов $Д_{19}$ и $Д_{20}$ на плату панели полупроводникового стабилизатора опорные диоды должны быть подобраны по падению напряжения.

Электрическая схема для подбора опорных диодов по падению напряжения изображена на рис. 1.

Подбор диодов по напряжению заключается в следующем:

1. Включить тумблер *В*.
2. Сопротивлением *R* установить ток через опорный диод $I=5$ *ма*.
3. Высокоомным вольтметром с сопротивлением не менее 1000 *ом/в* измерить падение напряжения на опорном диоде.
4. Из нескольких проверенных таким образом диодов отбираются два, сумма напряжения на которых составляет 18,0—18,1 *в*.

II. ВКЛЮЧЕНИЕ И ПРОВЕРКА ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СТАБИЛИЗАТОРА

1. На вход полупроводникового усилителя постоянного тока ламели *3* («—») и *1* («+») разъема *Ш*3 (см. схему 2) подать через потенциометр $R=600\div1000\Omega$, постоянное напряжение от аккумуляторной батареи порядка $U_{вх}=20\div24$ *в* (или от другого источника питания с напряжением пульсации, не превышающим 15 *мв* среднеквадратичных).

2. К ламелям *13—7* разъема *Ш3* подключить активное сопротивление нагрузки $R_н = 10$ *ом*.

3. На ламели *1* («+»)—*13* («—») разъема *Ш3* подать напряжение питания полупроводникового усилителя порядка $U_{пит} = 20—25$ *в*.

Для получения постоянного напряжения порядка 20—25 *в* можно использовать трансформатор $Тр_1$ (черт. 2д4. 724.048) и диодный мостик $Д_2$, собранный по схеме Ларионова на диодах типа 242Б выпрямителя мощностью 2 *квт* типа ВУК.

Первичные обмотки трансформатора $Тр_1$ в зависимости от напряжения сети соединяются либо в звезду (380 *в*), либо в треугольник (220 *в*).

4. Установить перемычки между ламелями *9—5; 8—13* разъема *Ш3*.

5. К ламелям *3* («—»), *1* («+») разъема *Ш3* подключить вольтметры постоянного тока (шкала 0—30 *в*).

6. В разрыв ламели *7* разъема *Ш3* и сопротивления нагрузки подключить амперметр постоянного тока (шкала 0—3 *а*).

7. При плавном уменьшении напряжения на входе полупроводникового стабилизатора потенциометром $R_{вх}$ ток нагрузки $I_н$ должен измениться от 0 до 1,8 *а*. Затем, плавно увеличивая напряжение на входе *ППУ* потенциометром $R_{вх}$, ток нагрузки $I_н$ должен измениться от 1,8 *а* до 0.

Чувствительность стабилизатора, т. е. изменение напряжения на его входе, вызывающее изменение тока нагрузки от 0 до 1,8 *а* или от 1,8 до 0, не должна превышать 0,2 *в*.

Для более точного замера величины изменения входного напряжения стабилизатора рекомендуется расширить шкалу вольтметра, измеряющего $U_{вх}$ подключением последовательно к вольтметру двух последовательно включенных стабилитронов Д809, а у вольтметра использовать шкалы 1,5 — —3 *в*.

8. Проверка цепочки «Ограничение тока»:

а) на ламели *1* («+»)—*11* («—») разъема *Ш3* подать через потенциометр $R_{огр}$ напряжение постоянного тока с напряжением пульсации, не превышающем 15 *мв* среднеквадратичных порядка 12—15 *в;*

б) подключить вольтметр к ламелям *1—11* разъема *Ш3* (шкала 0—15 *в*) и потенциометром $R_{огр}$ установить напряжение на нем меньше 9 *в*;

в) установить ток нагрузки 1,8 *а*, плавно увеличивая напряжение потенциометром $R_{огр}$, при этом ток нагрузки *I* должен уменьшаться до $0{,}5 \div 0{,}8$ *а*.

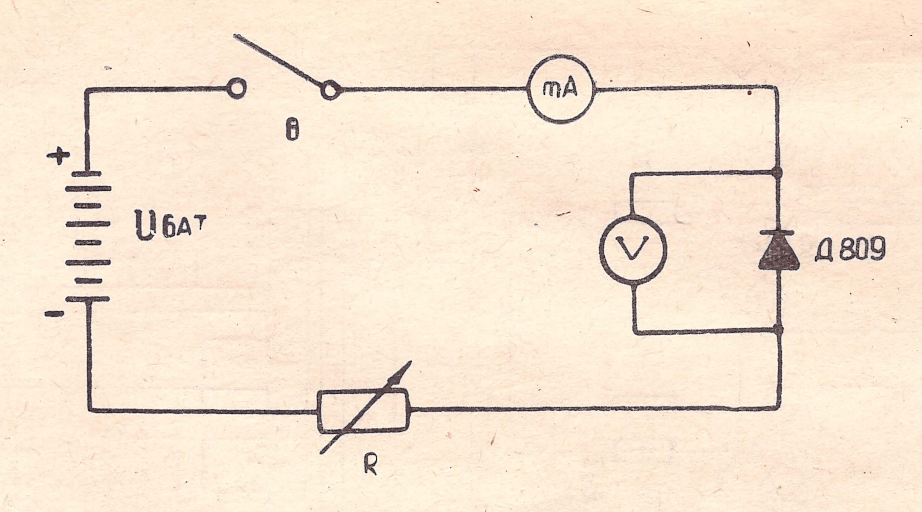


Рис. 1.

ma — магнитоэлектрический миллиамперметр ШКО-15 *ма;*
V — высокоомный вольтметр ШКО-10 *в;*
R — переменное сопротивление $R = 1000$ *ом;*
$U_{бат}$ — источник постоянного тока от аккумуляторной батареи, от отфильтрованного выпрямителя;
B — тумблер

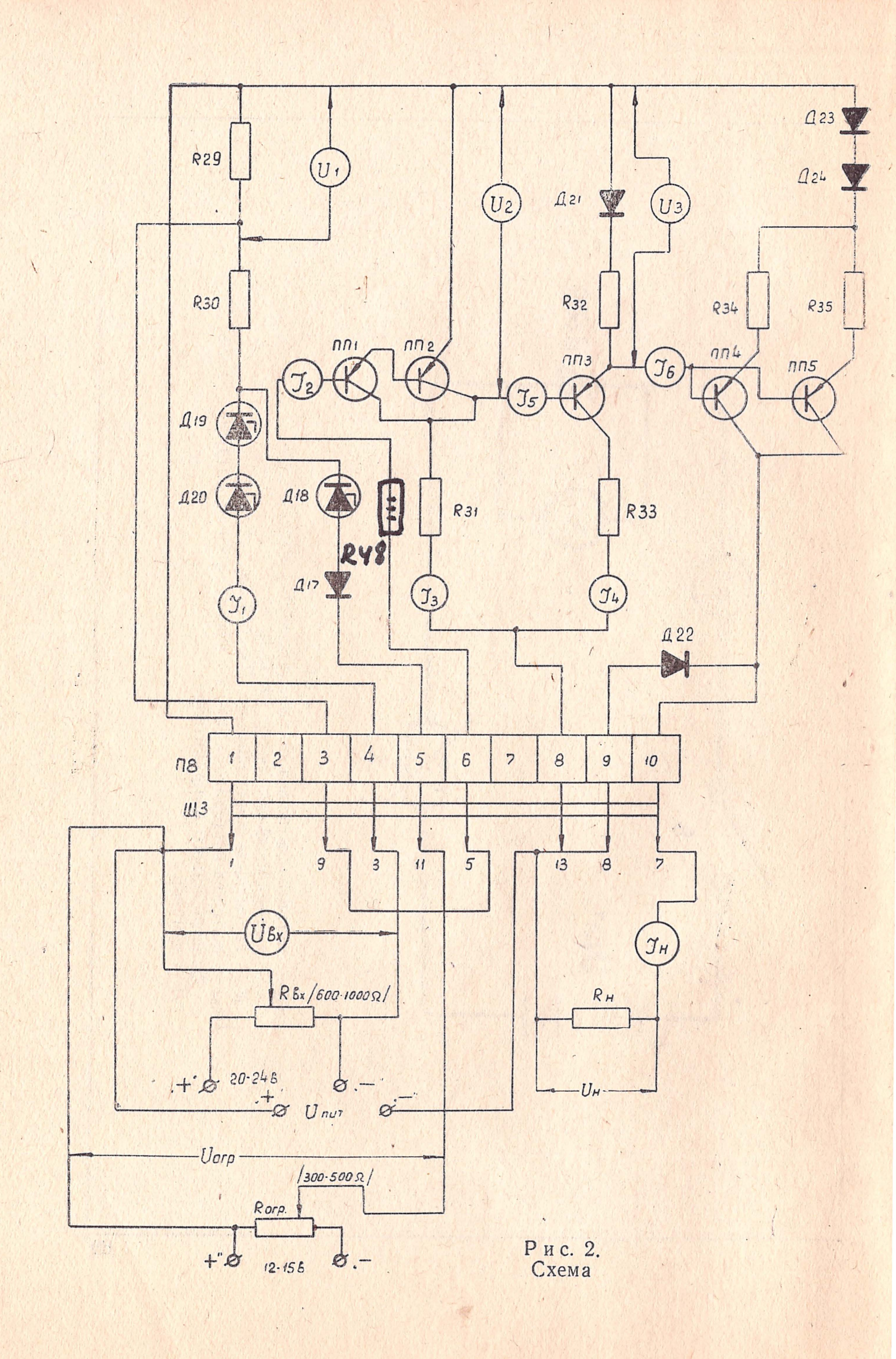

R29
U1
U2
Д21
U3
Д23
Д24
R30
R32
R34
R35
ПП1
ПП2
ПП3
ПП4
ПП5
J2
J5
J6
Д19
Д20
Д18
R31
R33
R48
Д17
J1
J3
J4
Д22
П8
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Ш3
1
9
3
11
5
13
8
7
Uвх
Jн
Rвх /600-1000Ω/
Rн
+ 20-24В
+ Uпит
Uн
Uогр
/300-500Ω/
Rогр.
+ 12-15В

Рис. 2.
Схема

Таблица 1

Примерные параметры стабилизатора

$U_{вх}$, в	$U_{пит}$, в	U_1, в	U_2, в	U_3, в	$U_н$, в	I_1, ма	I_2, ма	I_3, ма	I_4, ма	I_5, ма	I_6, ма	$I_н$ ма
			$R_н$=10 *ом*									
19,3	25	1,08	2,2	2,08	15	0,5	0,01	2,5	43	0,8	37	1,5
19,4	25	1,095	0,7	0,72	0	0,52	0,013	2,7	0,6	0	0	0
			$R_н$=20 *ом*									
19,3	25	1,04	1,9	1,76	14,8	0,5	0,01	2,25	25	0,69	23	0,75
19,4	25	1,055	0,65	0,66	0	0,52	0,013	2,6	0,8	0	0	0
			$R_н$=30 *ом*									
19,3	25	1,042	1,74	1,59	15	0,51	0,009	2,6	20	0,29	15	0,5

Примечание. Нагрузкой полупроводникового стабилизатора служит обмотка ГОП выпрямителей типа ВУК. У выпрямителей типа ВУК разных мощностей различное сопротивление обмотки ГОП, поэтому в таблице 1 приведены примерные параметры стабилизатора, нагруженного на сопротивление нагрузки — 10 *ом*, 20 *ом*, 30 *ом*.

III. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СТАБИЛИЗАТОРА

Возможные неисправности	Причины неисправностей	Методы устранения неисправностей
1	2	3
1. Стабилизатор не закрывается, т. е. при увеличении $v_{вх}$ ток $I_н = 1{,}5 \div 1{,}7$ *а* и не уменьшается	1. а) Неисправны опорные диоды $Д_{19}$, $Д_{20}$ (обрыв цепи)	1. а) Замерить напряжение на опорных диодах (оно должно быть $9 \div 9{,}05$ *в* на каждом). Если напряжение на опорном диоде не соответствует данной величине, заменить опорный диод
	б) неисправны триоды $ПП_1$, $ПП_2$ (МП105)	б) замерить напряжение на электродах эмиттер-коллектор (V_2) триода $ПП_2$. При исправном триоде оно должно быть порядка $0{,}5 \div 0{,}7$ *в*. Если триод неисправен, напряжение эмиттер-коллектор $V_2 = 1{,}7 \div 2{,}5$ *в*. Заменить неисправный триод $ПП_2$
	в) неисправен триод $ПП_3$ (П213Б)	в) замерить напряжение эмиттер-коллектор триода $ПП_3$. При исправном триоде оно должно быть $20 \div 25$ *в*. Если триод неисправен, напряжение равно 0, заменить неисправный триод $ПП_3$.
	г) неисправен один из триодов выходного каскада $ПП_4$ или $ПП_5$ (П217В) или оба триода $ПП_4$ и $ПП_5$	г) отключить эмиттер триода $ПП_4$ от сопротивления R_{34}; если ток $I_н$ станет равным 0, заменить триод $ПП_4$.

1	2	3
		Если ток $I_н$ останется равным максимальной величине, подключить эмиттер триода $ПП_4$ к сопротивлению R_{34} и таким же образом проверить триод $ПП_5$. Если и в этом случае ток $I_н$ останется равным максимальной величине, заменить оба триода $ПП_4$ и $ПП_5$. При правильной работе триодов напряжение эмиттер-коллектор должно быть равным 20÷25 *в*.
2. Стабилизатор не открывается, т. е. при уменьшении $v_{вх}$ ток $I_н=0$ не увеличивается	2. а) Неисправны опорные диоды $Д_{19}$, $Д_{20}$ (закорочены)	2. а) Замерить напряжение на опорных диодах. Если оно не соответствует 9,0÷9,05 *в* на каждом (при пробитом диоде напряжение на нем равно 0), заменить опорный диод
	б) неисправен триод $ПП_2$ (МП105—закорочен)	б) замерить напряжение эмиттер-коллектор триода $ПП_2$, оно должно быть порядка 1,7÷2,5 *в*. Если напряжение эмиттер-коллектор не соответствует данной величине (у пробитого триода оно равно 0), заменить триод $ПП_2$
	в) неисправен триод $ПП_3$ (П213Б—в обрыве)	в) замерить напряжение эмиттер-коллектор триода $ПП_3$. При правильной работе триода оно должно быть порядка 12÷25 *в*. Если напряжение эмиттер-коллектора не соответствует данной величине, заменить триод $ПП_3$

1	2	3
	г) неисправны триоды выходного каскада $ПП_4$, $ПП_5$ (П217В)	г) замерить напряжение эмиттер-коллектор триодов $ПП_4$, $ПП_5$; при правильной работе триодов оно должно быть порядка $2 \div 5$ *в*. Если напряжение эмиттер-коллектор не соответствует данной величине, заменить триоды $ПП_4$ и $ПП_5$
3. Стабилизатор закрывается до 0 при $V_{вх}=20$ *в* при температуре 25°С, при температуре $35 \div 40$°С и $V_{вх}=20 \div 20,5$ *в*	3. а) Неисправен диод $Д_{21}$ (закорочен)	3. Замерить напряжение на диоде $Д_{21}$. Если напряжение на нем равно 0, заменить диод $Д_{21}$
Стабилизатор до 0 не закрывается	б) неисправен один из диодов $Д_{23}$ или $Д_{24}$ или оба сразу (закорочены)	б) замерить напряжение на диодах $Д_{23}$, $Д_{24}$; оно должно быть порядка 0,5—1 *в* на каждом. При закороченном диоде напряжение на нем равно 0. Заменить неисправный диод.
4. При напряжении $V_{вх}=19,7$ *в* стабилизатор открывается $I_н=1,7$ — 1,8 *а*, при $V_{вх}$ $\div 20,5$ *в* полностью не закрывается, т. е. $I_н$ не равен 0	4. Неисправен один из триодов стабилизатора (плывет)	4. Изменяя напряжение входа стабилизатора, проверить полное открытие и закрытие каждого каскада (триода). Полное открытие и закрытие каскадов проверить по токам I_3, I_4 и $I_н$, параметры нормальной работы которых даны в таблице 1.

1	2	3
5. При правильной настройке стабилизатор полностью не открывается.		5. Для проверки первого каскада ($ПП_1$ и $ПП_2$)) необходимо отключить базу второго каскада ($ПП_3$). Если первый каскад работает нормально, снова подключить базу второго каскада и отключить базу третьего каскада ($ПП_4$, $ПП_5$). При нормальной работе второго каскада подключить базу третьего каскада и, поочередно отключая эмиттер $ПП_4$ и $ПП_5$, установить неисправность одного из этих триодов (или двух триодов $ПП_4$ и $ПП_5$) и заменить его.

Примечание. Если неисправность стабилизатора не обнаружена по вышеперечисленным пунктам, необходимо собрать полную схему проверки, подключив все приборы, указанные в схеме 2, и настроить стабилизатор по параметрам, данным в таблице 1.

СОДЕРЖАНИЕ

Техническое описание

Инструкция по монтажу, настройке и эксплуатации

Стабилизатор полупроводниковый типа СПВ

Инструкция по настройке и эксплуатации стабилизатора полупроводникового типа СПВ

Владимирский межограслевой территориальный центр
научно-технической информации и пропаганды

Тираж 8000 экз. Заказ 4852.

г. Владимир, типография имени 50-летия Октября.

СПИСОК ЗАМЕЧЕННЫХ ОПЕЧАТОК

Страница, строка	Напечатано	Следует читать
Стр. 14, 16 строка снизу	В случае сгорания предохранителей $Пр_8$, $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_8$	В случае сгорания предохранителей $Пр_6$, $Пр_7$, $Пр_8$
Стр. 24, 17 строка сверху	$Рв$, тумблер $В_7$, $Ш$ 1/3 ВУК № 2, $Ш$ 2/3, н. о. контакты $Рп_2$	$Рв$, тумблер $В_7$ $Ш$ 1/3 ВУК № 2, $Ш$ 2/3, н. о. контакты $Рп_2$,
Стр. 27, 16 строка снизу	Одна (включенная на две фазы) замедлена на выключение	Одна (включенная на две фазы) замедлена на включение
Стр. 39, 18 строка сверху	напряжения сети — на 15+5% от номинального значения	напряжение сети на —15+5% от номинального значения
Стр. 46, 8 строка сверху	ВУК № 3, при этом положение потенциометров R_3 ВУК № 1	ВУК № 3, при этом положение потенциометров R_9 ВУК № 1
Стр. 48, 10 строка сверху	При включении ВУК № 3 нагрузка на двух оставшихся	При выключении ВУК № 3 нагрузка на двух оставшихся
Стр. 48, 7 строка снизу	тумблеры $В_2$ на всех ведомых ВУК должны быть включены	тумблеры $В_2$ на всех ведомых ВУК должны быть выключены
Стр. 67, 4 строка снизу	подать через потенциометр $R_{вх}=600\div1000\ \Omega$, постоянное	подать через потенциометр $R_{вх}=600\div1000\ \Omega$ постоянное
Стр. 68, 2 строка снизу	напряжение потенциометром $R_{огр}$, при этом ток нагрузки I	напряжение потенциометром $R_{огр}$, при этом ток нагрузки $I_н$
Стр. 71, таблица, графа 13, 4 строка сверху	*ма*	*а*
Стр. 74, графа 1, 10 строка сверху	1,8 *а*, при $U_{вх}=\div20{,}5$ *в*	1,8 *а*, при $U_{вх}=20\div$ $\div20{,}5$ *в*

ВУК-90/25

ВУК-170/13

ВУК-320/7

ВУК-36/60